



ANAS S.p.A.



Commissario Governativo
Delegato

OPCM n. 3869 del 23 aprile 2010

OPCM n. 3895 del 20/08/2010



REGIONE SARDEGNA

O.P.C.M. n. 3869 del 23/04/2010. Disposizioni urgenti di protezione civile per fronteggiare l'emergenza determinatasi nel settore del traffico e della mobilità nelle province di Sassari ed Olbia – Tempio, in relazione alla strada statale Sassari – Olbia

SOGGETTO ATTUATORE ANAS S.p.A.

ADEGUAMENTO AL TIPO B DELL'ITINERARIO SASSARI – OLBIA

LOTTO 4

DAL km 36+100 AL km 45+610

CIG: 4658037DB8

PROGETTO ESECUTIVO

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Francesco Ruggieri		VISTO: IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO PROGETTAZIONE		VISTO: IL DIRETTORE DEI LAVORI		
IMPRESA ESECUTRICE ATI:  GRANDI LAVORI FINCOSIT SPA Direttore Divisione Infrastrutture Ing. Vincenzo Costantino			PROGETTAZIONE: PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A. (Il Progettista) Ing. Raffaele Piccirillo			Prof. Ing. Antonio Grimaldi (Responsabile integrazione delle Attività Specialistiche)  Ing. Gianluca Pandolfi Elmi (Geologo)  Ing. Michele Curiale (Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione)
Elaborato: IDROLOGIA ED IDRAULICA RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA						
CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	FOGLIO	SCALA:
PROGETTO LIV.PROG. N.PROG. DPCA03 E 1004		DPCA03E1004ID00IDRRE02E.DOCX		E		
CODICE ELAB.		ID00 IDR RE02		E		
E	CONGRUENZA PRESCRIZIONI GENERALI		Agosto 2015	R. Malcotti	P. Iorio	R. Piccirillo
C	OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI GENIO CIVILE		Ottobre 2014	R. Malcotti	P. Iorio	R. Piccirillo
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS DEL 24-09-2014		Ottobre 2014	R. Malcotti	P. Iorio	R. Piccirillo
A	EMISSIONE		Maggio 2014	R. Malcotti	P. Iorio	R. Piccirillo
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	6
PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI.....	6
3. IDROLOGIA	8
PORTATE DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	8
LAGO COGHINAS (DIGA MUZZONE)	9
4. TOPOGRAFIA	12
5. VERIFICHE IDRAULICHE	13
ANALISI IDRAULICA MONODIMENSIONALE	13
Aspetto geometrico dell'alveo	14
Condizioni al contorno	25
Definizione della scabrezza	25
ANALISI IDRAULICA BIDIMENSIONALE	25
6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE	36
7. ANALISI DELL'INTERAZIONE CORRENTE – STRUTTURA: FENOMENI DI SCALZAMENTO ...	37
ABBASSAMENTO GENERALIZZATO DELL'ALVEO.....	37
EROSIONE GENERALIZZATA PER CONTRAZIONE DELLA SEZIONE DI DEFLUSSO	38
EROSIONE LOCALIZZATA IN CORRISPONDENZA DELLE PILE	39
EROSIONE LOCALIZZATA IN CORRISPONDENZA DELLE SPALLE	40
RISULTATI DEL CALCOLO E CONCLUSIONI	41
8. OPERE IDRAULICHE DI PROTEZIONE	45
9. OPERE PROVVISORIALI	47
VERIFICHE IDRAULICHE	48
VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL GUADO	49
10. STAGIONALITA' DEI LAVORI IN ALVEO	50
11. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	51
12. CONCLUSIONI	52
13. PIANO DI MANUTENZIONE	55
MANUALE D'USO	55
MANUALE DI MANUTENZIONE.....	56
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....	57
Sottoprogramma delle prestazioni	57
Sottoprogramma dei controlli	57
Sottoprogramma degli interventi	58

INDICE ALLEGATI

- 1 ALLEGATO 1 – DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO**
- 2 ALLEGATO 2 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE ANTE – OPERAM)**
 - 2.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 2.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
 - 2.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 2.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
 - 2.5 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 2.6 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 3 ALLEGATO 3 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE POST – OPERAM)**
 - 3.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 3.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
 - 3.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 3.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
 - 3.5 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 3.6 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 4 ALLEGATO 4 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE PROVVISORIALE)**
 - 4.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (Q = 100 m³/s)
 - 4.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 2 anni)
 - 4.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 4.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 5 ALLEGATO 5 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIG. PROGETTO PRELIMINARE COMPLESSO)**
 - 5.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 5.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
 - 5.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 5.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
 - 5.5 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
 - 5.6 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)

1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nelle attività di revisione del Progetto Preliminare Complesso; in dettaglio l'obiettivo è, sulla scorta di nuovi elementi di carattere idraulico emersi in corso di progettazione esecutiva, valutare la compatibilità idraulica del tracciato in progetto in corrispondenza del rio Mannu di Berchidda.

Il rio, appartenente alla macro-area idrografica della Regione Sardegna denominata Coghinas-Mannu-Temo (codice 3), è compreso nel bacino idrografico del Coghinas (codice 02).

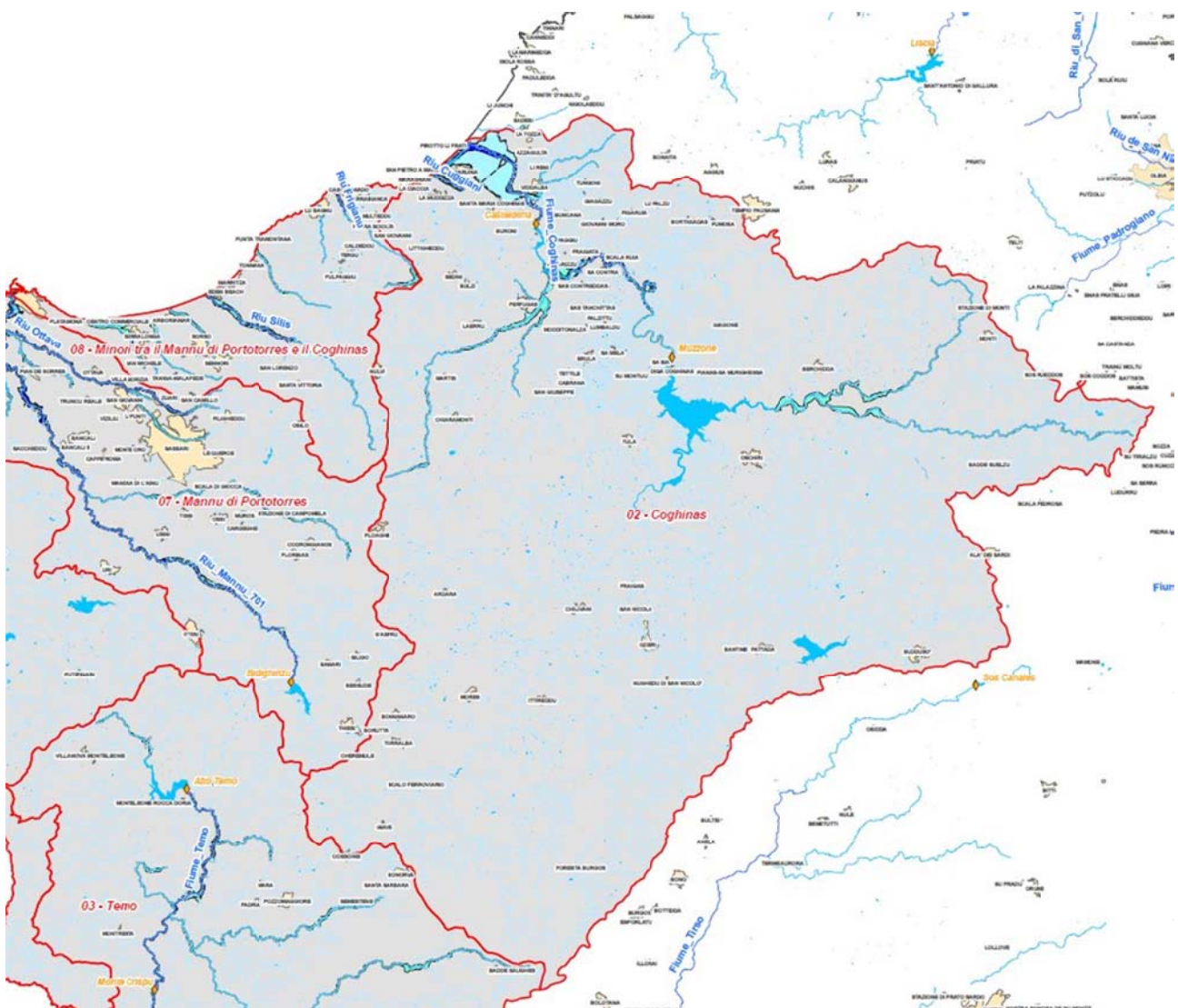


Figura 1 - Inquadramento della macro-area idrografica Coghinas-Mannu-Temo

Il bacino del rio Mannu di Berchidda ha un'asta principale che si estende per oltre 55 km sino a sfociare nel lago del Coghinas esattamente in corrispondenza della statale SS597 in progetto (comuni di Oschiri e Berchidda): il bacino sotteso ha una superficie di circa 735 km².

L'interferenza del tracciato in progetto con il corso d'acqua avviene all'altezza della progressiva 41+200.

Nel Progetto Preliminare Complesso, per il rio Mannu, si evidenzia che:

1. il dimensionamento idraulico è stato condotto secondo valori di portata elaborati con metodo indiretto CN denominato "estremizzato", e che fornisce un valore di portata con tempo di ritorno duecentennale pari a 2076 m³/s;
2. non viene fatto alcun riferimento alla presenza del lago né tantomeno alle condizioni al contorno che questo induce sui profili di corrente.

Si rileva inoltre che:

- a) nel periodo successivo alla redazione del Progetto Preliminare Complesso, l'Autorità di Bacino regionale ha adottato formalmente con decreto regionale n. 148 del 26 ottobre 2012 la modifica all'art. 21 comma 2 lettera d. del PAI, articolo che ridefinisce le modalità di calcolo dei franchi idraulici sulle interferenze con i corsi d'acqua, dettagliando quanto definito dalla normativa nazionale (NTC, DM 14/01/2008). I riferimenti normativi portano in taluni scenari idraulici a valori significativamente superiori al valore di 1 m adottato di consuetudine;
- b) rispetto all'approvazione del Progetto Preliminare Complesso, il rio continua a non essere indicato nel PAI ma è contenuto nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (adottato con delibera 1 del 20/06/2013). L'appartenenza al PSFF comporta, rispetto al Progetto Preliminare Complesso, analisi di compatibilità idraulica più estese e approfondite, che devono essere approvate, oltre che dal competente Genio Civile, anche dell'Autorità di bacino della Regione Autonoma della Sardegna – Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna.

Per quanto riguarda l'analisi idrologica del rio, descritta nella relazione dedicata, si conferma **la portata di piena duecentennale** di dimensionamento dell'opera di attraversamento applicata nel Progetto Preliminare Complesso.

Successivamente sono presentati i risultati dell'analisi idraulica di dettaglio del tratto di corso d'acqua interessato dall'attraversamento stradale sia mediante un modello monodimensionale che un modello bidimensionale avente un maggior dettaglio nella simulazione dei fenomeni di piena.

Sulla base delle elaborazioni indicate, sono state valutate le interferenze che l'infrastruttura può indurre sul deflusso, con riferimento ai livelli di piena, ai relativi franchi idraulici e agli effetti eventualmente indotti sui profili di piena a monte e a valle.

Sulla base dell'analisi idraulica è stata ricercata, rispetto al Progetto Preliminare Complesso, una nuova configurazione delle opere in progetto compatibile con le portate di riferimento attese, in grado di limitare, in termini di rigurgito, l'interferenza dell'opera con il deflusso di piena e di conseguire un adeguato livello di sicurezza con riguardo sia all'opera in esame sia al territorio limitrofo rispetto.

Valutazione a parte sarà condotta sul franco da garantire rispetto all'intradosso del ponte, in quanto, nel caso strettamente specifico in virtù della presenza della diga, non di immediata definizione secondo la normativa regionale vigente.

Revisione Ottobre 2014 per ottemperanza prescrizioni Genio Civile

A seguito delle prescrizioni del Genio Civile prot. 33219 del 30.09.2014, sono state richieste una serie di informazioni relative alla diga del Muzzone e al bacino sotteso del Coghinas all'Ente gestore della Diga (ENEL Produzione spa) e all'Ente controllore (Ministero delle Infrastrutture e trasporti, Ufficio tecnico per le Dighe di Cagliari). Tali approfondimenti riguardano il tempo di ritorno associabile alla quota di massimo invaso del lago.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le analisi sono state svolte nel rispetto della seguente normativa regionale e nazionale:

- R.D. n°523 del 1904 e ss.mm.ii.
- D.lgs. n°152 del 2006
- D.M. 11.03.1988 e Circolare 9.1.1996 n.218/24/3 del Ministero LL.PP.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 06/06/2001 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.M. 14.01.2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617. C.S.LL.PP.
- N.T.A. e Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico
- Direttive per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale della Sardegna con Delibera n°22 del 1° Agosto 2012
- Piano Stralcio Fasce Fluviali
- Foglio condizioni della diga del Muzzone
- Legge 584/94

Piano Stralcio Fasce Fluviali

Il rio in esame non rientra nelle aree PAI, tuttavia è stato studiato, seppur solo a livello di indicazione di potenziale pericolosità, dal PSFF. Il piano infatti individua nel fondovalle in esame una traccia di pericolosità di carattere geomorfologico, riconducibile ad eventi eccezionali, la fascia C.

Nel tratto in esame la fascia C del PSFF si attesta al rilevato stradale, senza apparentemente proseguire verso valle; tuttavia, dall'attenta lettura di tutti i documenti che compongono il PSFF è possibile riconoscere proprio la strada statale come limite di estensione del Lago del Coghinas. La perimetrazione del PSFF si completa infatti con la perimetrazione degli invasi.

La perimetrazione del PSFF individua pertanto una potenziale criticità connessa all'ubicazione dell'infrastruttura nel fondovalle del rio Mannu di Oschiri.

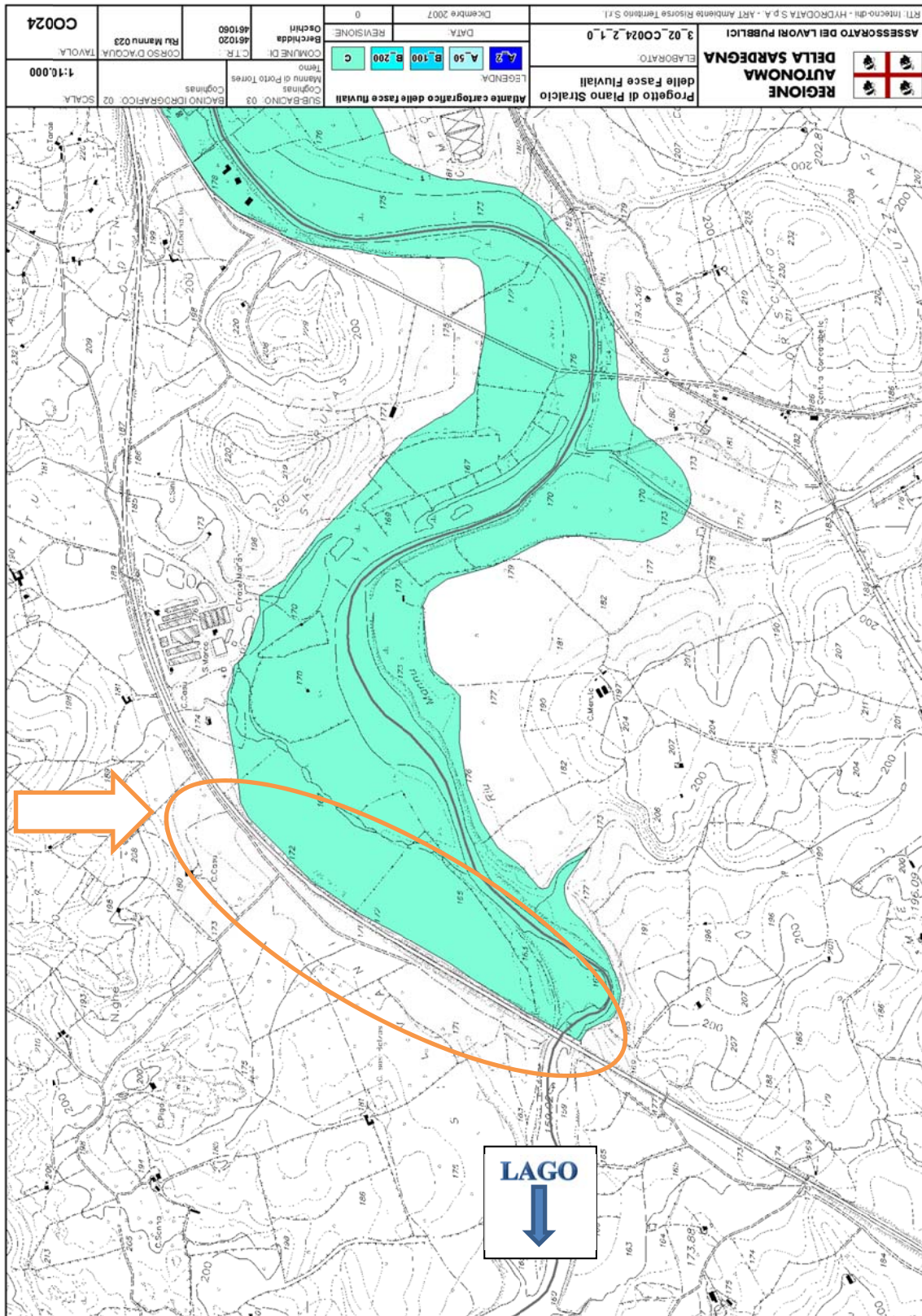


Figura 2 – PSFF Stralcio della cartografia delle Fasce Fluviali nell'area di interesse

3. IDROLOGIA

Portate di riferimento progettuale

Rimandando alla relazione specialistica i dettagli metodologici di confronto e scelta delle portate da utilizzare per il dimensionamento idraulico dell'opera, per quanto riguarda gli elementi idrologici si può sintetizzare quanto segue:

1. per la Regione Sardegna sono disponibili, seppur non aggiornati, studi di regionalizzazione sia delle portate che delle piogge;
2. vista l'estensione del bacino in esame e pari a 735 km², e in coerenza con la letteratura scientifica (che per casi analoghi predilige, se presenti, metodi diretti agli indiretti in virtù delle incertezze connesse alle stime del tempo di corrivazione e del coefficiente di deflusso), si ritiene corretto applicare il metodo diretto della regionalizzazione VAPI delle portate al colmo per la Sardegna secondo la distribuzione TCEV, (riportato nelle Linee guida PAI e descritto in dettaglio nella "Valutazione delle piene in Sardegna" (Cao C., Piga E., Salis M., Sechi G.M. Rapporto Regionale Sardegna, CNR-GNDCI, LINEA 1, Istituto di Idraulica, Università di Cagliari, 1991);
3. i risultati forniti per il rio nel Progetto Preliminare Complesso con metodi indiretti possono coprire un range di risultati notevole a seconda dei coefficienti di deflusso, del tempo di corrivazione applicati e delle assunzioni sui parametri pluviometrici utilizzati (i parametri delle curve di possibilità pluviometrica applicati nel Preliminare sono stati scelti pari a +30% rispetto agli studi TCEV disponibili).

La portata risultante secondo il criterio diretto applicato anche nel PSFF è pari a 2010 m³/s, del tutto analogo a quanto infine adottato nel Progetto Preliminare Complesso (e pari a 2076 m³/s); vista la modesta differenza, nonostante non si condivida l'approccio metodologico di calcolo, si confermano le portate di verifica TR200 del rio Mannu di Berchidda: QTR200=2076 m³/s e QTR500=2431 m³/s.

E' stata condotta una analisi in moto vario per il solo evento di progetto con tempo di ritorno di 200 anni mediante il modello bidimensionale, per il quale è stato ricavato l'idrogramma di portata: fissata la portata al colmo, è stato definito l'idrogramma di moto vario avente curva di crescita di durata pari al tempo di corrivazione (circa 12 ore, formulazione di Giandotti) e durata complessiva pari a circa 3 volte il tempo di corrivazione stesso (Figura 3).

Le verifiche idrauliche sono state effettuate utilizzando i valori di portata di progetto indicati nel Progetto Preliminare Complesso come indicato nei capitoli precedenti, si riassumono di seguito le portate di progetto utilizzate nelle simulazioni idrauliche monodimensionali in moto permanente (Tabella 1).

Tabella 1 – Portate di progetto del Riu Mannu di Berchidda

BACINO	Area	Qc [m ³ /s]			
	[km ²]	TR50	TR100	TR200	TR500
Mannu Oschiri	735	1409	1710	2076	2431

Come si vedrà in seguito, la particolare posizione del ponte rispetto alle quote del lago del Coghinas rendono tuttavia del tutto irrilevanti le analisi condotte sulle portate basse TR50 e TR100, in quanto i livelli di regolazione del lago e di massimo invaso determinano quote di allagamento superiori ai profili ordinari di piena.

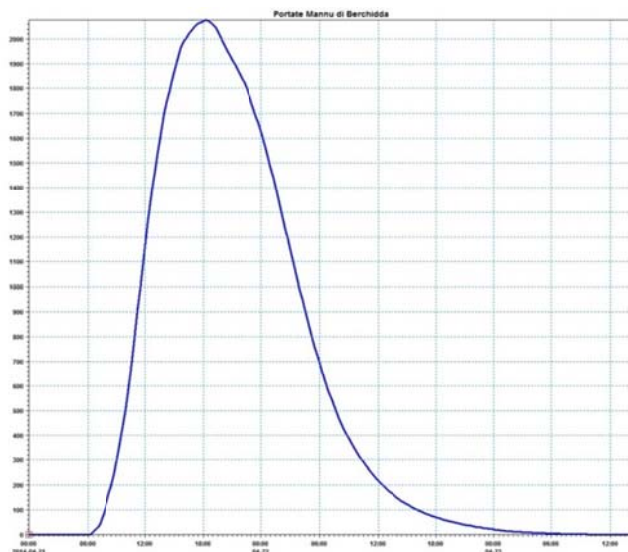


Figura 3 – Idrogramma di portata ricavato per l'analisi dell'evento con tempo di ritorno di 200 anni

Lago Coghinas (Diga Muzzone)

Il rio Mannu di Berchidda confluisce nel lago Coghinas esattamente in corrispondenza dell'attuale statale SS597. Il lago è stato creato mediante sbarramento artificiale (diga Muzzone) per esigenze multiple, la principale delle quali è quella idroelettrica. La proprietà di diga e bacino risulta essere di ENEL S.p.a., mentre la gestione della risorsa è in concessione a Enel Produzione S.p.a.

La diga è del tipo in muratura a gravità ordinaria a strati alternati di muratura di pietrame e di calcestruzzo.

I dati a seguire sono stati forniti dall'Ufficio tecnico per le dighe di Cagliari, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

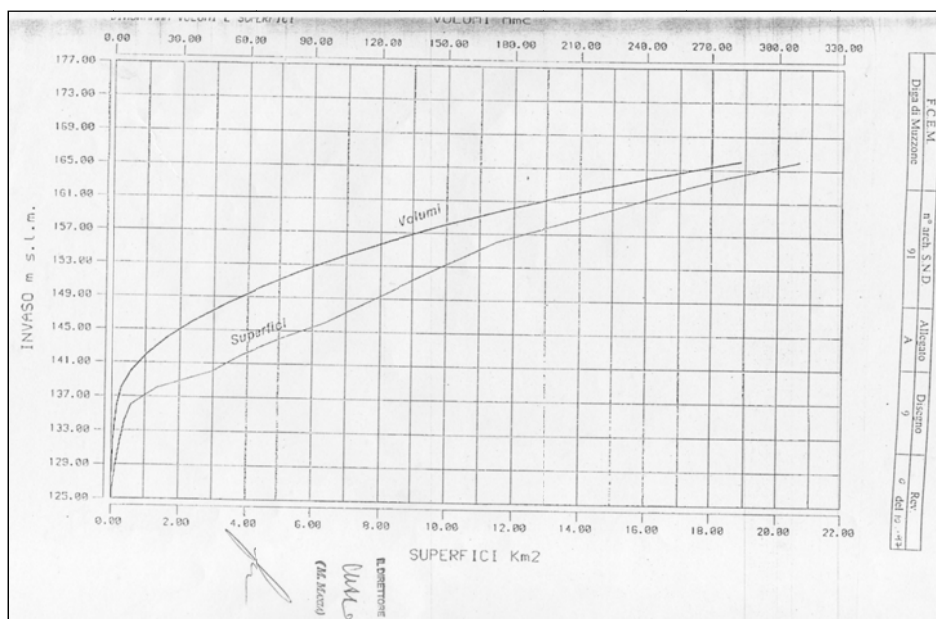


Figura 4 - Curva d'invaso del serbatoio 1° Muzzone sul fiume Coghinas (Registro Italiano Dighe)



Figura 5 - Diga Muzzone sul fiume Coghinas: vista paramento di monte



Figura 6 - Diga Muzzone sul fiume Coghinas: vista paramento di valle

Dati geometrici principali (fonte RID):

Quota di massimo invaso:	166 m s.m.
Quota di massima regolazione:	164 m s.m.
Altezza totale della struttura:	58 m
Quota di coronamento:	170.0 m s.m.

Caratteristiche idrauliche principali (fonte RID):

Volume utile di regolazione:	259 Mm ³
Volume totale d'invaso:	297 Mm ³
Superfici dello specchio liquido:	20.1 km ² a 166.0 m s.m., 17.9 km ² a 164.0 m s.m.
Portata di massima piena di progetto:	1200 m ³ /s (tempo di ritorno non precisato)
Superficie del bacino imbrifero:	1900km ²

Gli organi di scarico del serbatoio sono costituiti da uno sfioratore superficiale, da uno scarico di mezzofondo e uno scarico di alleggerimento.

Lo scarico di superficie è costituito da quattro luci di 8 m in fregio al coronamento, nella parte centrale della diga, con soglia a quota 159,70 m s.m., intercettate da paratoie a settore autolivellanti di m 8,0 x 4,3. La portata di progetto è pari a 990 m³/s.

Lo scarico di mezzofondo è costituito da due condotti circolari affiancati del diametro di 2,4 m attraversanti la diga nella parte centrale con l'asse a quota 138,0 m s.m.. Essi sono intercettati, in prossimità dello sbocco, da due paratoie piane a strisciamento di m 2,25 x 2,00 a comando oleodinamico. La portata di progetto è pari a 182 m³/s.

Lo scarico di alleggerimento consiste in una tubazione metallica del diametro di 1,6 m con asse a quota 135,5 m s.m. ed intercettata a valle da una paratoie piane a strisciamento di m 1,20 x 0,90, inserita nella sede della preesistente derivazione forzata. La portata di progetto è pari a 27 m³/s.

Quota di massimo invaso e tempo di ritorno associato (fonte RID):

Si riporta fedelmente che: "L'Ufficio non dispone dei dati idrologici sui quali è stato basato il dimensionamento delle opere di scarico della diga. Tuttavia, da una recente rivalutazione idrologica e idraulica svolta dall'Ente concessionario su richiesta della Direzione Dighe del M.I.T. (attualmente in fase di istruttoria da parte dell'Ufficio Idraulica della Direzione medesima), risulterebbe confermata la portata di massima piena di progetto, quantomeno in termini di portata laminata. Più specificatamente il suddetto studio ha determinato i parametri sotto riportati:"

T (tempo di ritorno) [anni]	Qc (portata al colmo in ingresso) [mc/s]	Qu (portata laminata, max in uscita) [mc/s]	Hmax (quota massima invaso) [m s.l.m.]
50	1680	983	165.06
100	1960	1069	165.44
200	2250	1167	165.86
500	2620	1293	166.39
1000	2930	1405	166.83

La quota di massimo invaso pari a 166.0 m s.m. è pertanto, sulla base delle informazioni fornite dal RID, associabile ad evento con tempo di ritorno tra TR200 e TR500 anni.

Quote ordinarie del lago (fonte ENEL):

I livelli di gestione ordinaria della risorsa idrica prevedono delle oscillazioni comprese tra la quota di 155.0 m s.m. (ordinario minimo annuale) e la quota di massima regolazione (164.0 m s.m.).

In regime ordinario, valori massimi si registrano col periodo invernale-primaverile e si possono prolungare fino a giugno.

Tra il 15 di giugno e il 15 settembre, per esigenze idropotabili in convenzione con la Regione Sardegna, le quote idriche nel lago si attestano tra 160.0 e 160.5 m s.l.m.

Dal 15 di settembre l'uso idroelettrico, associata alla normale assenza di piogge, fa sì che le quote ordinarie si abbassino anche al di sotto di 158.0 m s.l.m., per poi rialzarsi verso metà novembre.

Da novembre al giugno successivo i livelli sono usualmente superiori a 158.0 m s.l.m.

4. TOPOGRAFIA

I rilievi topografici della Progettazione Esecutiva, che confermano quelli già predisposti nel Progetto Preliminare Complesso, descrivono le seguenti quote:

- quote di fondo alveo Rio Mannu all'altezza della SS597: circa 158.0 m s.m.;
- quota piattaforma stradale esistente: circa 168.2 m s.m.;
- quota intradosso ponte esistente: circa 166.0 m s.l.m.;
- quota intradosso ponte Progettazione Preliminare (in asse stradale): 165.2 m s.l.m.

5. VERIFICHE IDRAULICHE

Per la verifica della compatibilità idraulica del Riu Mannu di Berchidda sono stati implementati due differenti modelli di calcolo numerici, uno monodimensionale e uno bidimensionale.

Il modello monodimensionale è stato realizzato mediante il codice di calcolo HEC – RAS ver. 4.1.0, sviluppato dalla Hydrologic Engineering Center della U.S. Army, che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto gradualmente variato oppure in moto vario in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.. Per i dettagli del metodo utilizzato si rimanda all'allegato specifico.

Mentre lo studio della dinamica di propagazione delle onde di piena in bidimensionale è stata effettuata mediante un modello numerico costruito con il codice di calcolo MIKE 21 del DHI - Danish Hydraulic Institute, Water & Environment. Con tale modello è stato possibile ottenere una rappresentazione dettagliata delle modalità di deflusso lungo l'alveo del corso d'acqua e nelle aree golenali allagate, sia a scala di insieme sia nel particolare dell'area di intervento, in termini di velocità di deflusso, di profondità di corrente e di livelli idrici.

Analisi idraulica monodimensionale

La simulazione monodimensionale è stata sviluppata per la verifica della compatibilità idraulica della configurazione progettuale del ponte stradale della SS597 e di quello adiacente relativo alla viabilità SV7 oltre che della configurazione dello stato attuale della viabilità esistente e della configurazione di Progetto Preliminare Complesso. Inoltre è stata simulata la configurazione provvisoria del sistema idraulico costituito dai due ponti in progetto con lo scopo di verificare le operazioni e gli interventi di realizzazione delle opere.

Nello specifico la configurazione di stato di fatto, Progetto Preliminare Complesso e Progetto Esecutivo sono state studiate in moto permanente gradualmente variato, valutando differenti scenari legati alle condizioni di livello e di portata dettati sia dall'idrologia del bacino afferente, sia dalla regolazione del lago del Coghinas regimato dalla diga omonima (Tabella 2).

Tabella 2 – Verifiche idrauliche

Configurazione	Scenario
Stato di fatto	<ul style="list-style-type: none"> - Livello lago Coghinas 155 m s.l.m. (minima regolazione) – (TR 200 e TR 500 anni); - Livello lago Coghinas 164 m s.l.m. (massima regolazione) – (TR 200 e TR 500 anni); - Livello lago Coghinas 166 m s.l.m. (massimo invaso) – (TR 200 e TR 500 anni)
Progetto Preliminare Complesso	<ul style="list-style-type: none"> - Livello lago Coghinas 155 m s.l.m. (minima regolazione) – (TR 200 e TR 500 anni); - Livello lago Coghinas 164 m s.l.m. (massima regolazione) – (TR 200 e TR 500 anni); - Livello lago Coghinas 166 m s.l.m. (massimo invaso) – (TR 200 e TR 500 anni)
Progetto Esecutivo	<ul style="list-style-type: none"> - Livello lago Coghinas 155 m s.l.m. (minima regolazione) – (TR 200 e TR 500 anni); - Livello lago Coghinas 164 m s.l.m. (massima regolazione) – (TR 200 e TR 500 anni); - Livello lago Coghinas 166 m s.l.m. (massimo invaso) – (TR 200 e TR 500 anni)
Provvisoria	<ul style="list-style-type: none"> - Livello lago Coghinas 155 m s.l.m. (minima regolazione)

Assetto geometrico dell'alveo

Configurazione ante - Operam: stato di fatto

La schematizzazione geometrica dell'alveo è stata effettuata in modo da ottenere una buona e realistica rappresentazione del deflusso di piena basandosi sul rilievo 3D a disposizione.

La morfologia del corso d'acqua in condizione ante-operam è stata ricostruita mediante 26 sezioni trasversali (vedi elaborato DPCA03E1004ID01IDRPL01A) (Figura 7 e Tabella 3).

Tabella 3 – Sezioni trasversali del Riu Mannu di Berchidda (configurazione ante - Operam)

RS	DESCRIZIONE
-11	
-100	
-203	
-332	
-460	
-624	
-800	
-947	
-1050	
-1170	
-1273	
-1379	
-1522	
-1638	
-1730	
-1884	
-1983	
-2340	
-2538	Ponte SS597_M.5
-2542	Ponte SS597_M.4
-2570.5	Ponte SS597
-2592	Ponte SS597_V.2
-2597	Ponte SS597_V.1
-2723	
-2850	
-2980	
-3079	

Al fine di completare la descrizione della schematizzazione dell'alveo nel tratto d'interesse è stato inserito il ponte stradale della SS597 esistente.

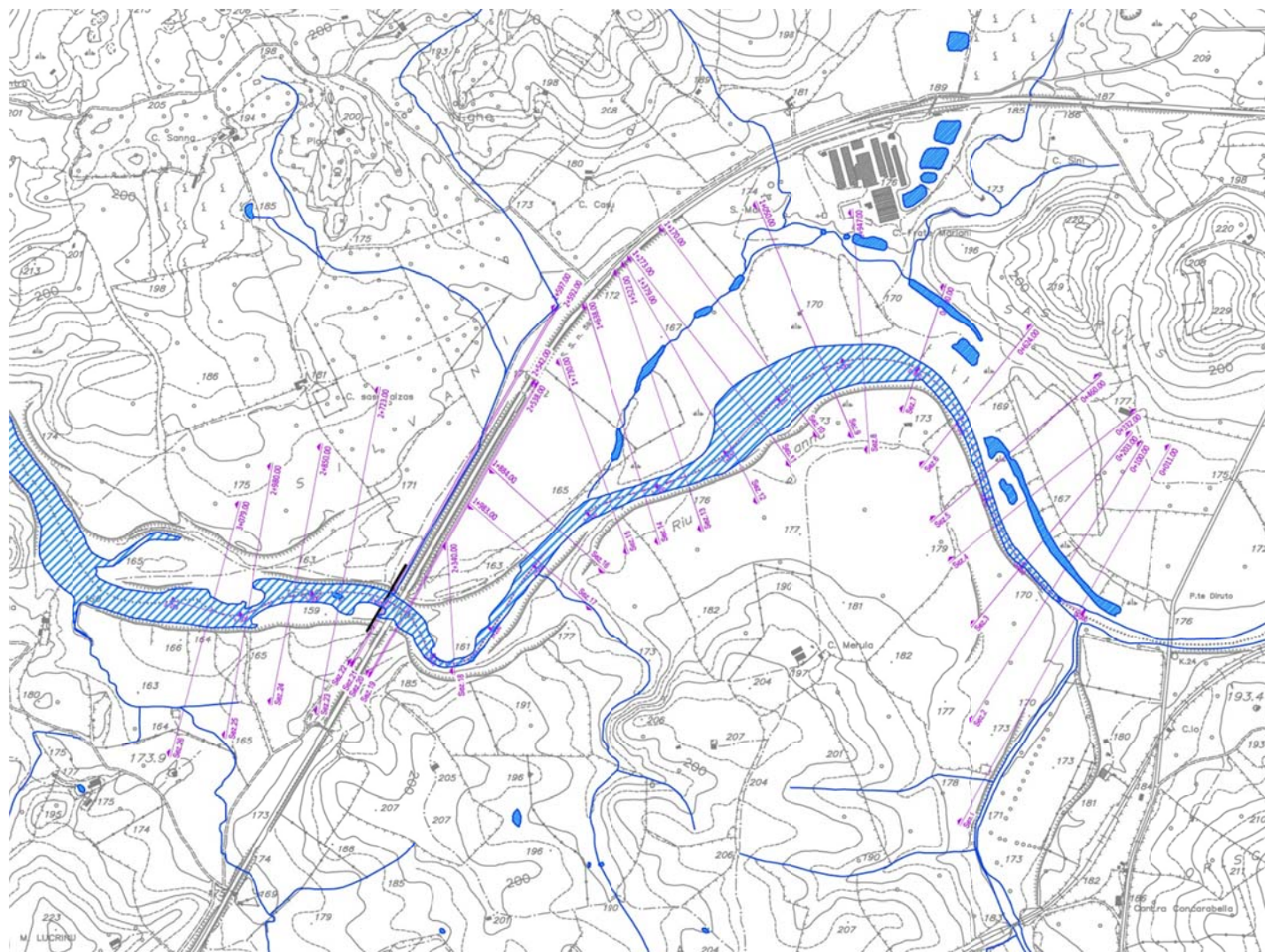


Figura 7 – Ubicazione sezioni del modello HEC – RAS nella configurazicne ante – Operam del Riu Mannu di Oschiri

Il ponte della strada statale 597 oggetto di studio (tra le sezioni HEC - RAS -2538 e -2592) è costituito da due campate da circa 33 m ciascuna. La quota di intradosso dell'impalcato è stata posta a 165.90 m s.m.. In tale schematizzazione dell'opera è stato considerato anche il fornice presente alla progressiva stradale 41+862.5.

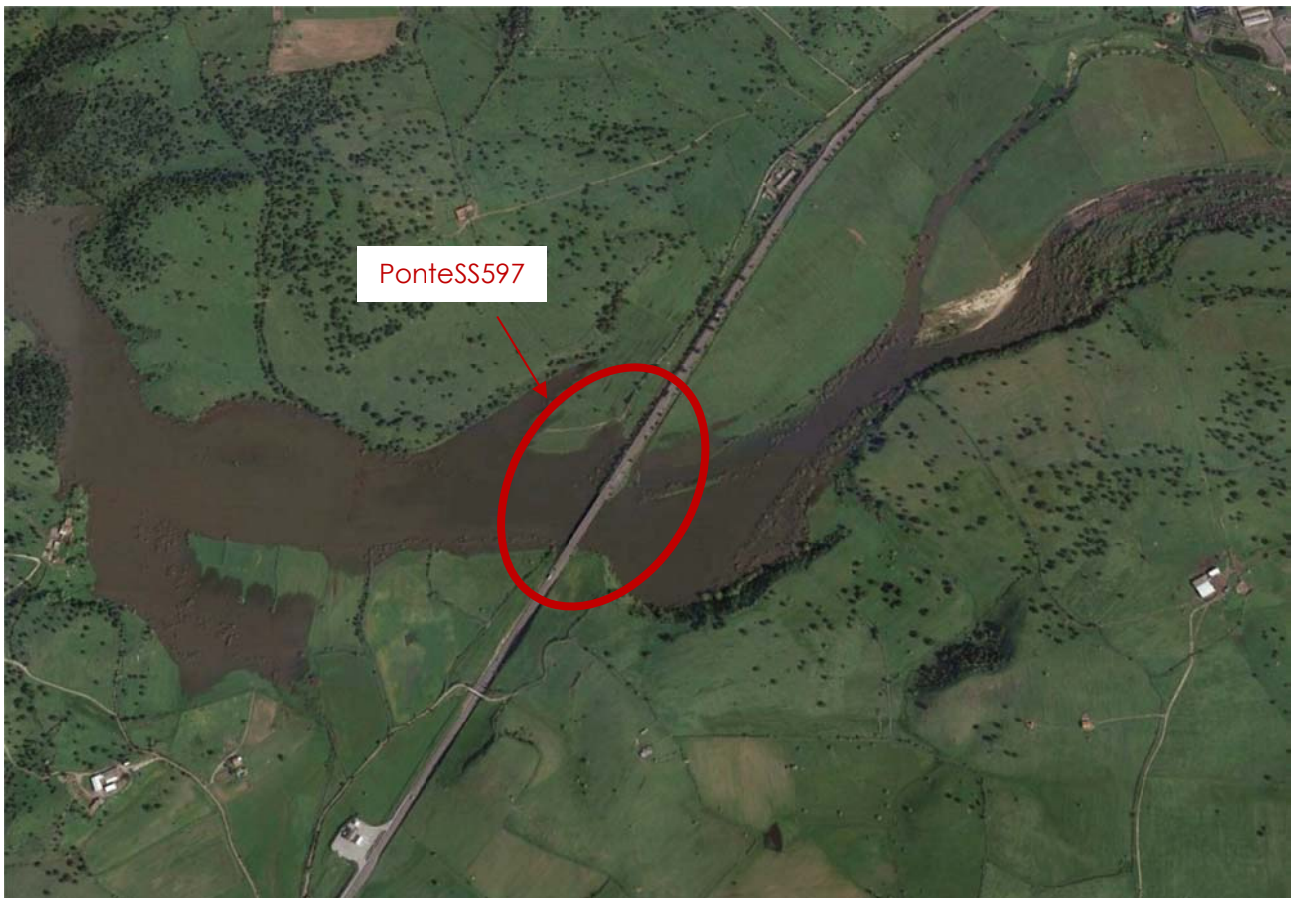


Figura 8 – Inquadramento ponte della SS597 (fonte Google)

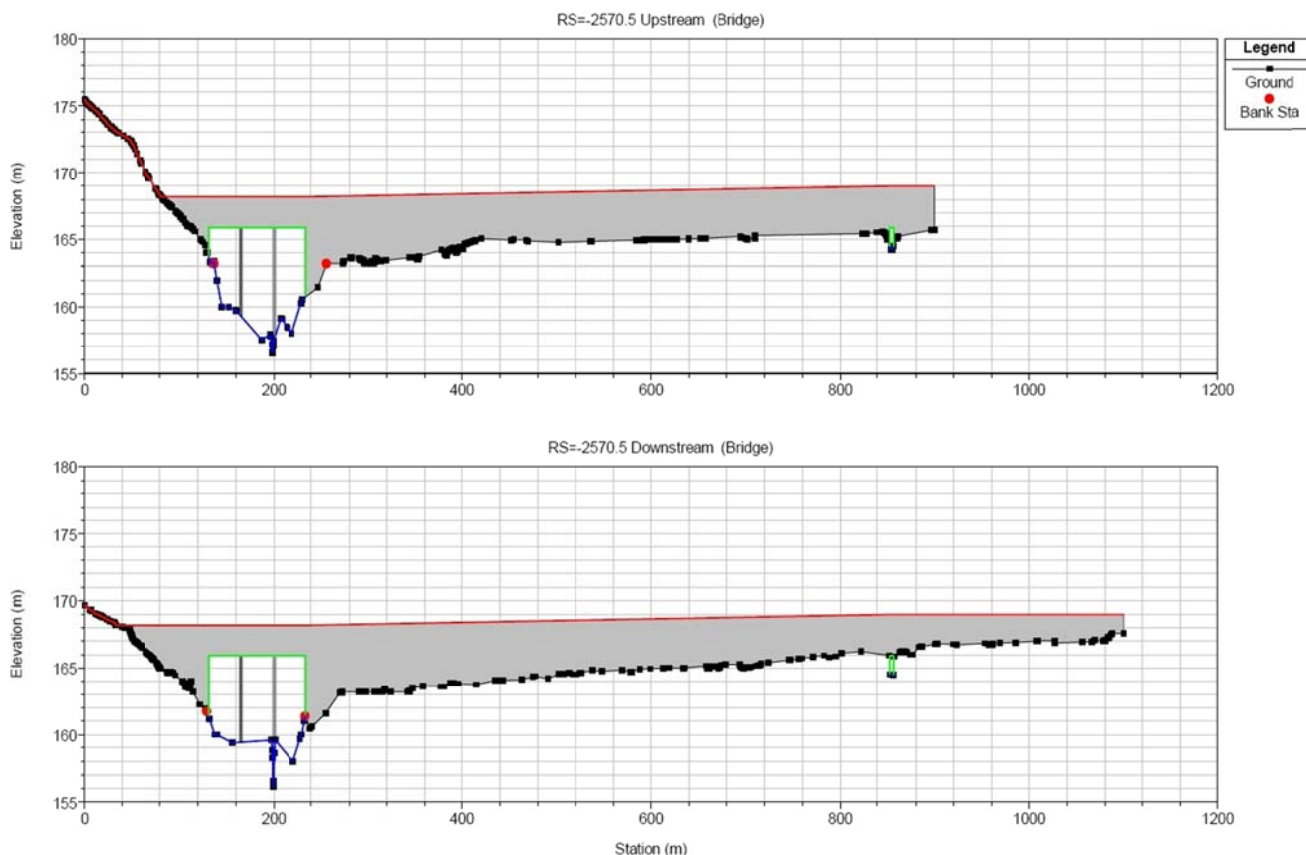


Figura 9 – Ponte della SS597 inserito nel modello HEC – RAS

In generale le strutture inserite nel modello e quindi il ponte in esame nella configurazione attuale e in quella di progetto, sono state schematizzate mediante la funzione "Bridges and culverts" del codice di calcolo in questione. In particolare tali strutture sono state compendiate utilizzando 4 sezioni trasversali consecutive, due a monte e due a valle dell'opera; la distanza tra le sezioni è stata definita in modo da rappresentare correttamente la larghezza della struttura e il restringimento geometrico indotto dalla stessa.

La convenzione utilizzata per la modellazione della generica struttura "Bridge" prevede, per ciascuna delle 4 sezioni aggiuntive, l'utilizzo della seguente codifica:

- sezione B.1, a valle della struttura, alla distanza a cui termina l'effetto indotto dal restringimento;
- sezione B.2, immediatamente a valle della struttura; sezione Bridge, in asse alla struttura;
- sezione B.4, immediatamente a monte della struttura;
- sezione B.5, a monte della struttura, posta alla distanza a cui inizia a risentirsi dell'effetto di restringimento indotto dal restringimento.

Le distanze delle sezioni dalla struttura sono state definite singolarmente in base all'ingombro della struttura rispetto alla sezione utile di deflusso.

Per il calcolo del profilo di corrente in corrispondenza delle strutture, tra le diverse opzioni offerte dal codice di calcolo, sono state selezionate le equazioni di bilancio dell'energia ed il metodo dei momenti, tra le quali il software seleziona in automatico la formulazione caratterizzata dalla maggiore dissipazione energetica, per il deflusso al di sotto dell'impalcato (low flow); viene invece assunta la schematizzazione con deflusso in pressione e stramazzo al di sopra dell'impalcato

(pressure and weir) per le situazioni con livello della corrente tale da interessare l'intradosso del ponte (high flow).

Le condizioni limite per il deflusso in pressione sono definite dal programma in base al livello di corrente registrato a monte.

Configurazione Progetto Preliminare Complesso

La configurazione adottata nel Progetto Preliminare Complesso è del tutto simile alla configurazione Ante-Operam, in quanto:

- le campate previste sono n.3 con luce netta pila-pila pari a 40 m (il ponte attuale ha n.3 campate con luce netta 33m);
- la livelletta stradale veniva mantenuta coincidente con l'attuale, ma, alzando la trave, a discapito della quota minima di intradosso, che risulta essere presso la spalla destra pari a 165.4 m s.m. (contro i 165.9 m s.m. del ponte attuale).

FOTO ANTE OPERAM



Ponte a tre campate da 33m ciascuna

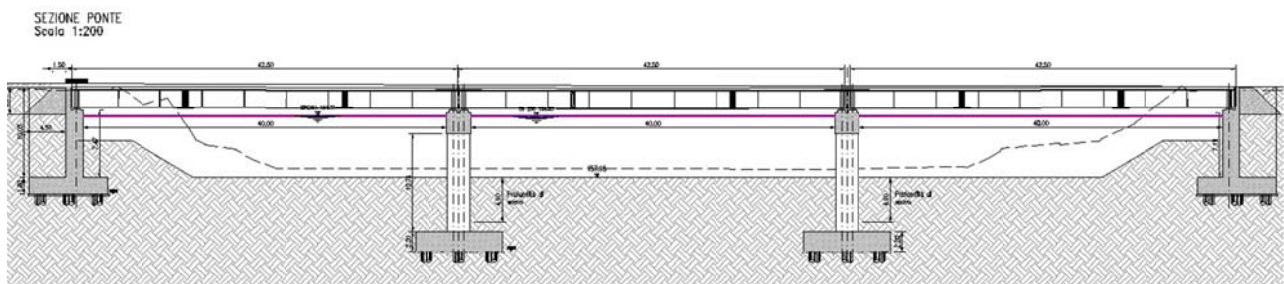


Figura 10 – Estratto dal Progetto Preliminare Complesso affidato: ponte sul Riu Mannu di Oschiri

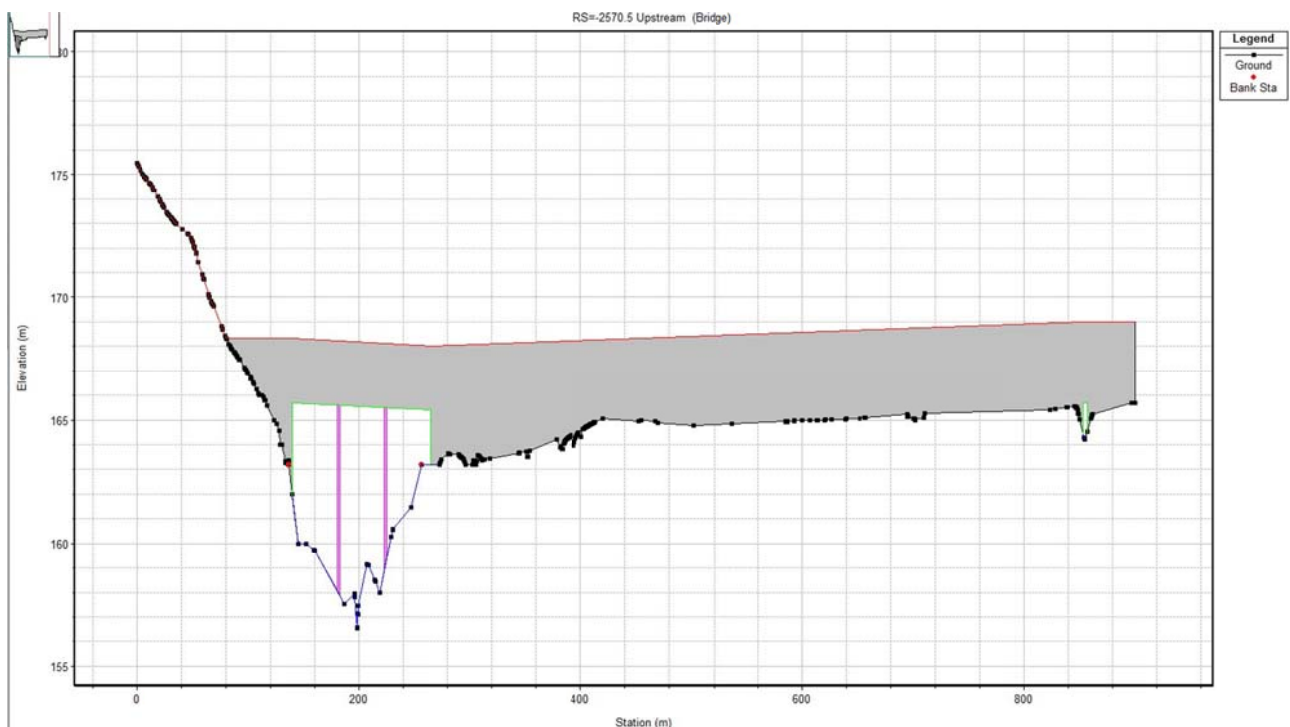


Figura 11 – Progetto Preliminare Complesso: ponte della SS597 inserito nel modello HEC – RAS

Configurazione post – Operam: Progetto Esecutivo

Per quanto concerne la schematizzazione della configurazione progettuale raffigurante il riassetto del Riu Mannu di Berchidda a seguito degli interventi sulla viabilità ad esso interferente, si sottolinea che planimetricamente il tracciato della strada è stato mantenuto invariato rispetto alla situazione ante-operam, mentre varia livelletta altimetrica e lunghezza del viadotto: il nuovo viadotto è costituito da quattro campate sorrette da tre coppie di pile. A valle segue un secondo ponte relativo alla viabilità secondaria della SV7 anch'esso costituito da quattro campate sorrette da tre pile singole.

La morfologia del corso d'acqua in condizione post-Operam è stata ricostruita mediante 29 sezioni trasversali (vedi elaborato DPCA03E1004ID01IDRPL01A)(Figura 12 e Tabella 4).

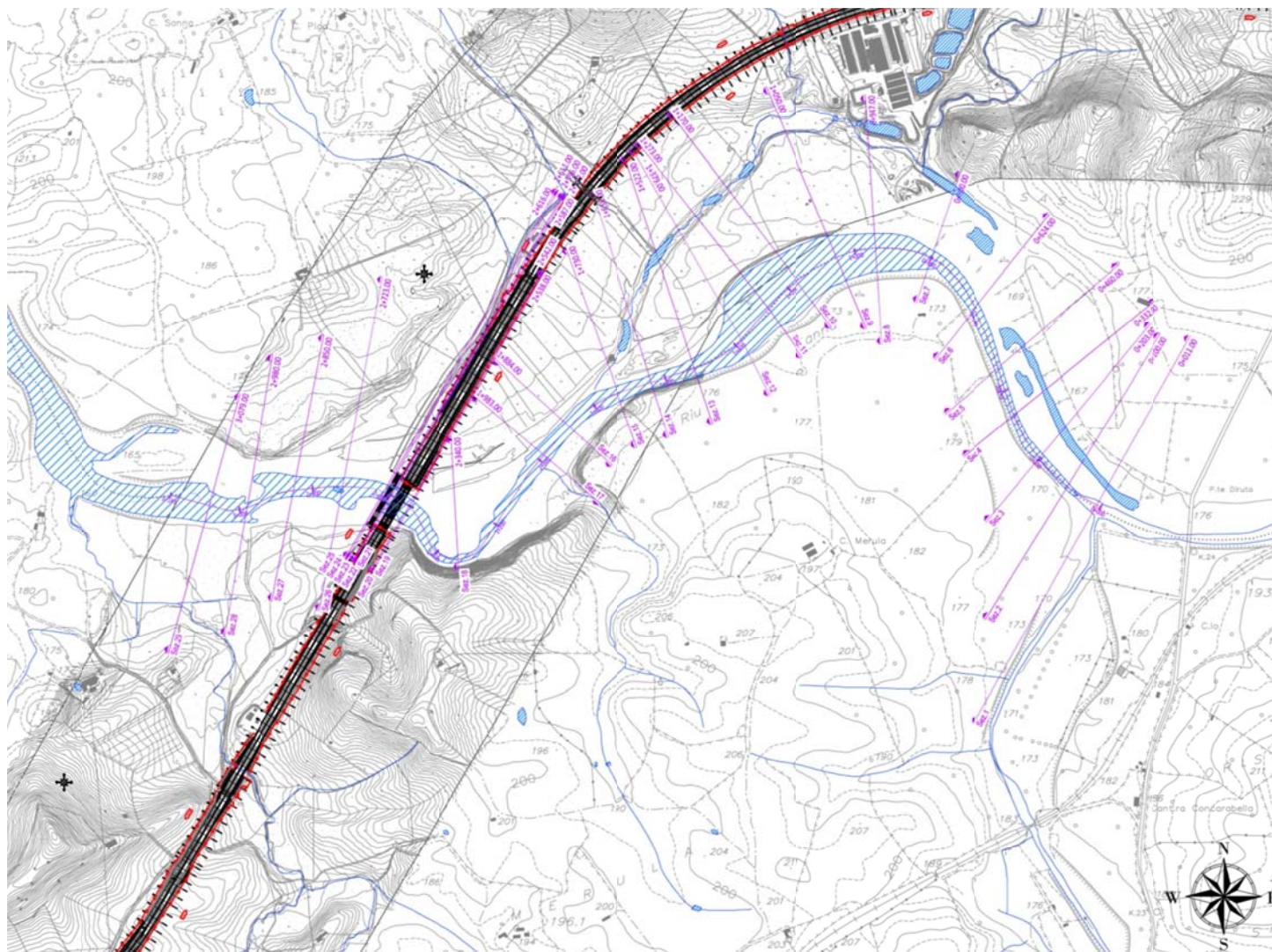


Figura 12 - Ubicazione sezioni del modello HEC – RAS nella configurazione post – Operam del Riu Mannu di Oschiri

Tabella 4 - Sezioni trasversali del Riu Mannu di Berchidda (configurazione post - Operam)

RS	DESCRIZIONE
-11	
-100	
-203	
-332	
-460	
-624	
-800	
-947	
-1050	
-1170	
-1273	
-1379	
-1522	
-1638	
-1730	
-1884	
-1983	
-2340	
-2538	NUOVO Ponte SS597_M.5
-2542	NUOVO Ponte SS597_M.4
-2564.5	NUOVO Ponte SS597
-2587	NUOVO Ponte SS597_V.2
-2592	NUOVO Ponte SS597_V.1
-2596	PONTE Viab. SV7_M.4
-2603.5	PONTE Viab. SV7
-2611	PONTE Viab. SV7_V.2
-2616	PONTE Viab. SV7_V.1
-2723	
-2850	
-2980	
-3079	

La schematizzazione post opera prevede la presenza del nuovo ponte sulla SS597 in sostituzione dell'esistente (tra le sezioni HEC – RAS -2542 e -2587). Tale opera è costituita da 6 pile accoppiate di diametro pari a 2.5 m. Tale predisposizione delle pile suddivide l'attraversamento in quattro campate di cui, quelle adiacenti alle spalle misurano 30 m rispetto all'interasse della pila – appoggio spalla, le restanti misurano 43 m sempre in riferimento all'interasse delle pile. La livelletta di progetto dell'opera ha pendenza costante verso destra idrografica determinando il punto di intradosso dell'impalcato più basso in corrispondenza della spalla (lato Olbia) ad una quota di circa 167.00 m s.l.m. (Figura 15).

Relativamente al ponte della strada secondaria SV7, posizionato a circa 13 m a valle del ponte sopra descritto, la posizione e la geometria delle pile è la medesima del ponte precedentemente descritto con la differenza che in tal caso le pile sono 3 singole non accoppiate. La livelletta di progetto è la medesima dell'attraversamento della SS597, con quota di intradosso minima sulla spalla destra pari a circa 167.00 m s.m. (Figura 16).

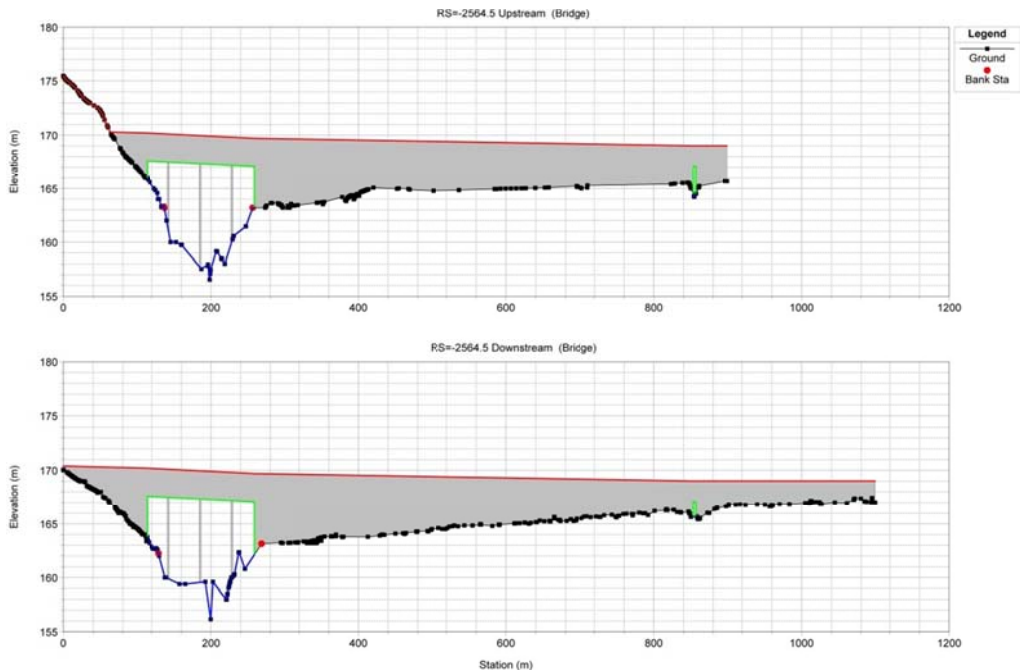


Figura 13 – Nuovo ponte della SS597 inserito nel modello HEC – RAS

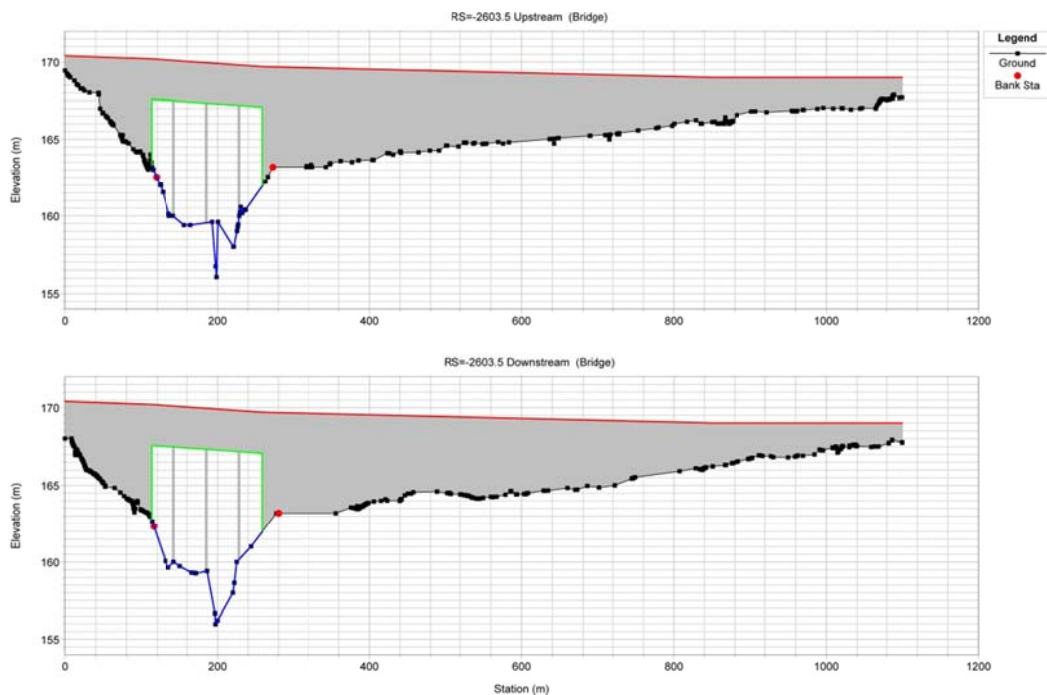


Figura 14 - Nuovo ponte della SV7 inserito nel modello HEC – RAS

Come si osserva nella Figura 13, la schematizzazione dell'attraversamento della SS597 rappresenta anche il fornace ubicato in corrispondenza della progressiva stradale 41+862.5, presente peraltro anche nella configurazione di stato di fatto.

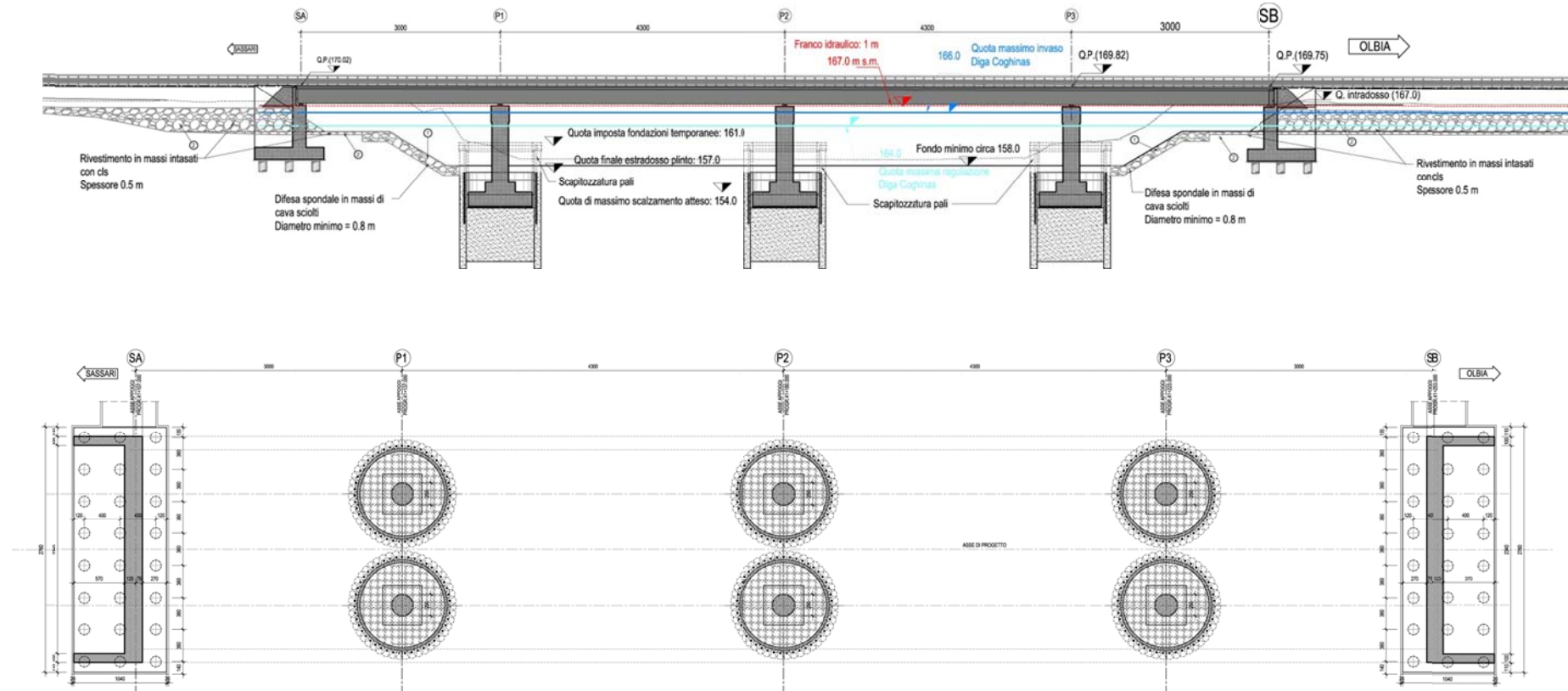


Figura 15 – Sezione longitudinale e planimetria del ponte della SS597 in progetto

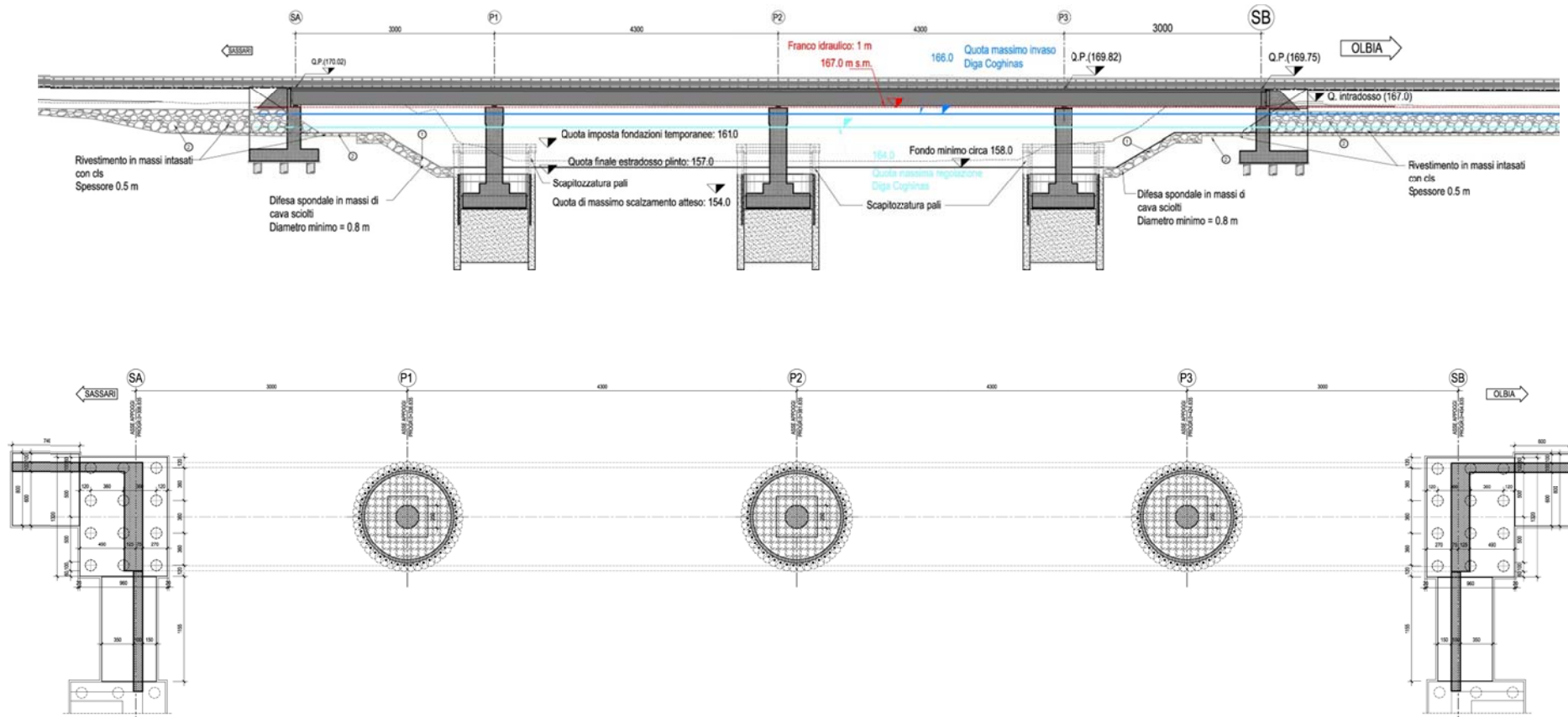


Figura 16 - Sezione longitudinale e planimetria del ponte della SV7 in progetto

Condizioni al contorno

In riferimento ai valori di portata descritti nel paragrafo precedente, si distinguono tre differenti scenari di verifica del funzionamento idraulico dei manufatti in esame.

- 1) Scenario "155": Livello del lago del Coghinas pari alla quota di minima regolazione 155 m s.l.m. Per tale configurazione è stato imposto come condizione al contorno di valle il livello del lago sopra menzionato mentre come condizione al contorno di monte sono stati inseriti i valori di portata di progetto di 2076 e 2431 m³/s, rispettivamente legati ai tempi di ritorno di 200 e 500 anni;
- 2) Scenario "164": Livello del lago del Coghinas pari alla quota di massima regolazione 164 m s.l.m. Per tale configurazione è stato imposto come condizione al contorno di valle il livello del lago sopra menzionato mentre come condizione al contorno di monte sono stati inseriti i valori di portata di progetto di 2076 e 2431 m³/s, rispettivamente legati ai tempi di ritorno di 200 e 500 anni;
- 3) Scenario "166": Livello del lago del Coghinas pari alla quota di massimo invaso 166 m s.l.m. Per tale configurazione è stato imposto come condizione al contorno di valle il livello del lago sopra menzionato mentre come condizione al contorno di monte sono stati inseriti i valori di portata di progetto di 2076 e 2431 m³/s, rispettivamente legati ai tempi di ritorno di 200 e 500 anni.

Definizione della scabrezza

Per quanto concerne la scabrezza, la valutazione dei coefficienti da inserire in ciascun modello è stata basata su dati di letteratura, sull'esperienza acquisita nel campo della modellistica idraulica e sulle indicazioni rilevate durante i sopralluoghi lungo il tratto oggetto di studio.

Per il tratto oggetto di studio è stato assunto cautelativamente un valore del coefficiente di Strickler pari a 20 m^{1/3}/s, uniforme lungo il contorno bagnato dell'alveo attivo e 33 m^{1/3}/s per le aree allagabili.

Analisi idraulica bidimensionale

Il capitolo idrologico conferma, rispetto al Progetto Preliminare Complesso, le portate di riferimento, tuttavia evidenzia un nuovo importante elemento di verifica, il Lago Coghinas, che funge da necessaria condizione al contorno di valle per le verifiche idrauliche.

Rimandando alla relazione specialistica i dettagli metodologici di calcolo delle portate, sono di seguito descritti i principali input dell'approfondimento idraulico con il modello bidimensionale.

La delimitazione dell'area di applicazione del modello 2D, che definisce la base geometrica del modello, è stata eseguita in modo da rappresentare correttamente la massima estensione prevista dell'area allagabile e l'idrodinamica di allagamento tanto a monte quanto a valle della strada.

La condizione al contorno di deflusso in ingresso al rio è posta circa 2 km a monte della statale, presso la confluenza del rio Pedrosu (a valle della strada provinciale), mentre a valle la condizione forzante di livello è stata imposta a circa 500 m dall'opera.

Per la realizzazione batimetrica è stata adottata una griglia di calcolo a passo 2 m per tutta l'area in esame, ottenuta dall'interpolazione del rilievo celerimetrico appositamente realizzato e da opportuni correzioni/integrazioni mediante CTR nelle zone non coperte distanti dal tracciato. La

configurazione a passo 2 metri garantisce la corretta rappresentazione delle opere in alveo quali pile e spalle, nonché la presenza di fornicì o sottovia rurali.

La scabrezza è stata assunta pari a 20-25 di Strickler in alveo e 30 in golena.

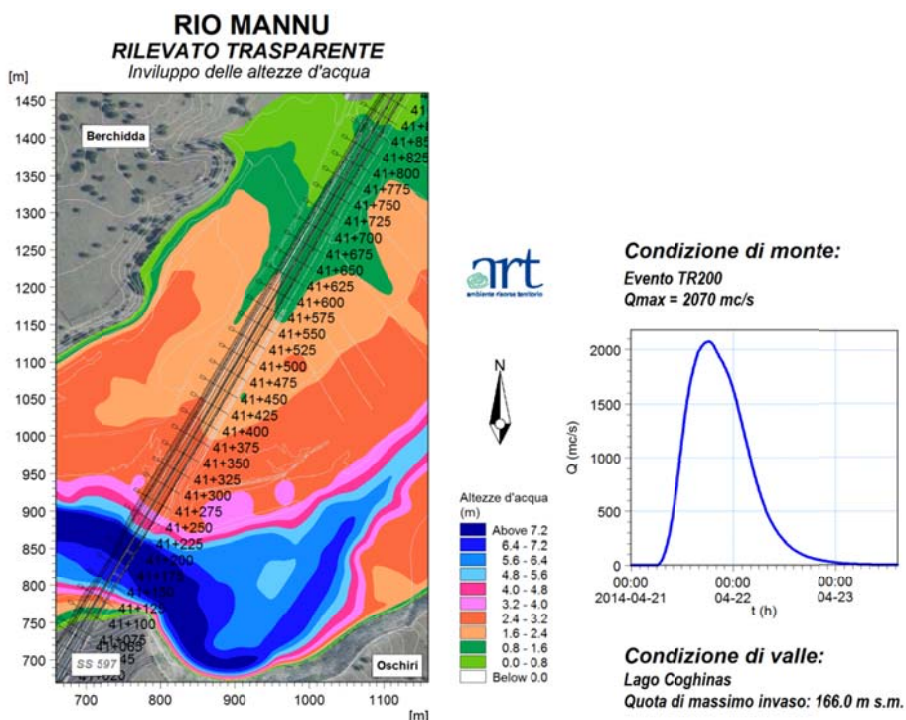
Le configurazioni geometriche simulate sono:

- Rilevato trasparente, cioè configurazione ideale in assenza di qualsiasi forma di ostacolo al deflusso (scenario rappresentante la situazione naturale ante opera stradale, e che consente di stabilire gli effetti di rigurgito per inserimento delle opere);
- Stato di fatto (configurazione attuale: circa 100 m di lunghezza del ponte con n.3 campate da 33 m);
- Progetto Preliminare Complesso (circa 120 m di lunghezza del ponte con n.3 campate da 40 m) (risultati del tutto paragonabili alla configurazione Stato di fatto);
- Proposta progettuale esecutiva denominata P2 (circa 144 m di lunghezza del ponte con campate da 40 e 30 m);

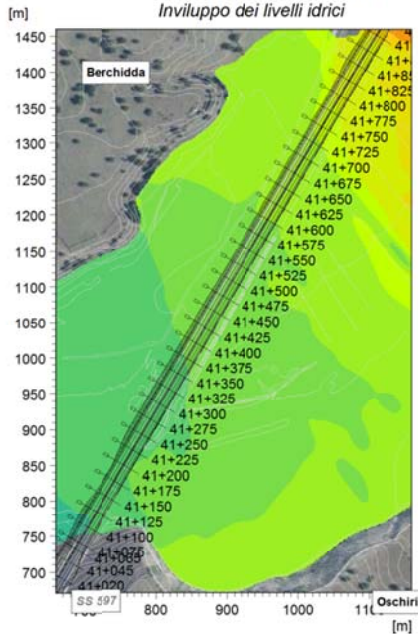
Il modello bidimensionale in moto vario ha permesso di analizzare, per ogni scenario, l'intera evoluzione temporale dei principali parametri idrodinamici: la distribuzione spaziale dei livelli di piena (in termini sia di profondità di corrente che di livelli idrici in quote assolute) e l'evoluzione nel tempo della distribuzione spaziale delle velocità (campo di moto).

A seguire la sintesi di tali risultati è espressa mediante l'involuppo dei parametri idrodinamici superficie, tiranti e velocità.

RILEVATO TRASPARENTE & Lago a 166 m s.m. (max invaso)

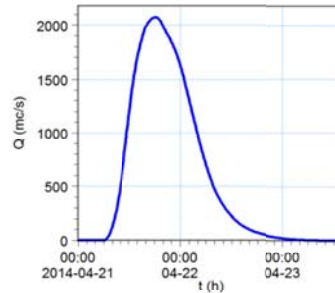


RIO MANNU
RILEVATO TRASPARENTE
Inviluppo dei livelli idrici



Condizione di monte:

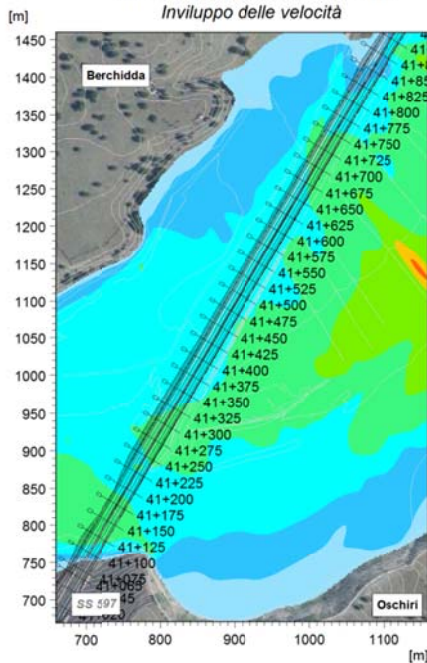
Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

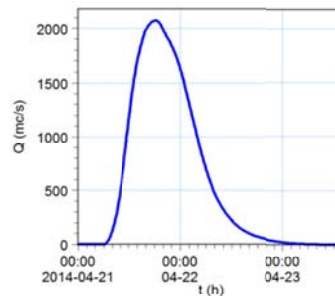
Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.

RIO MANNU
RILEVATO TRSAPARENTE
Inviluppo delle velocità



Condizione di monte:

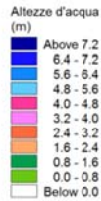
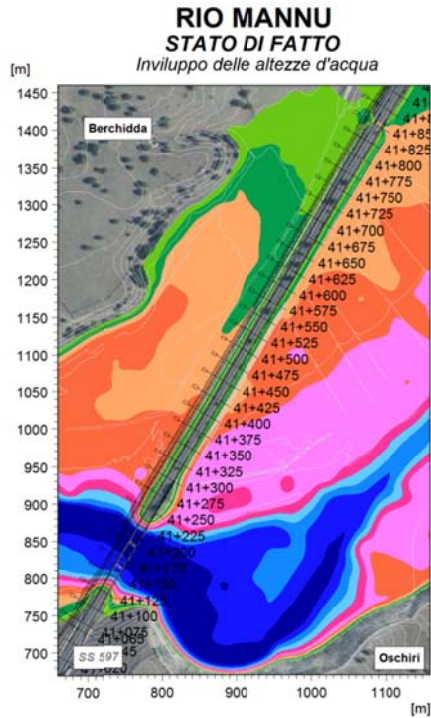
Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

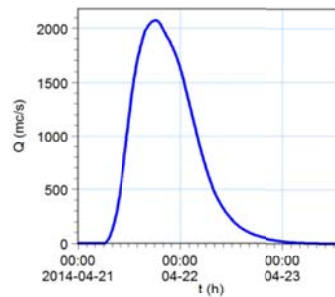
Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.

STATO DI FATTO & Lago a 166 m s.m. (max invaso)



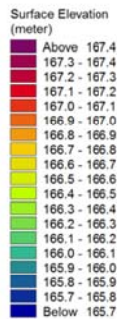
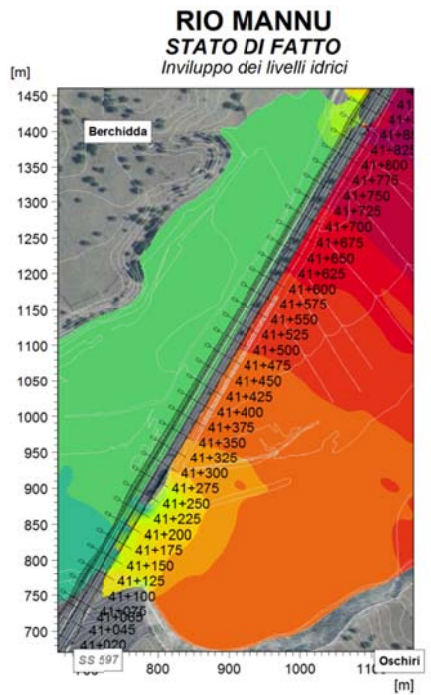
Condizione di monte:

Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



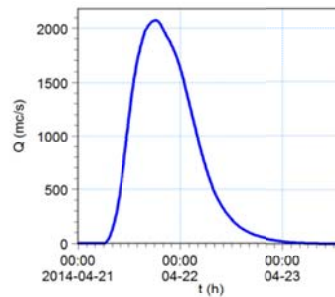
Condizione di valle:

Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.



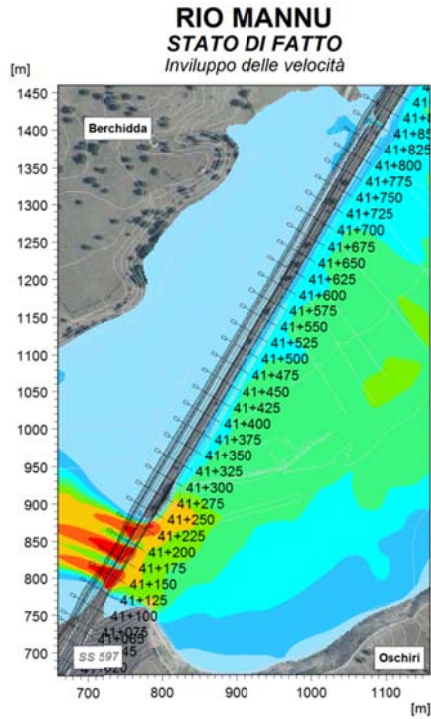
Condizione di monte:

Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



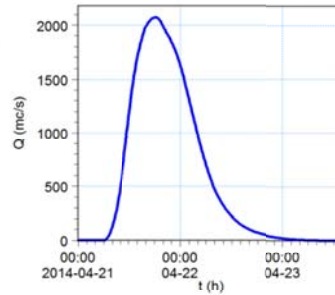
Condizione di valle:

Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.



Condizione di monte:

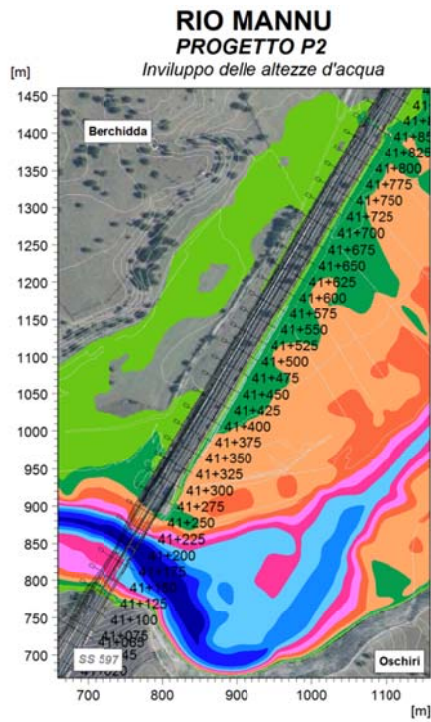
Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

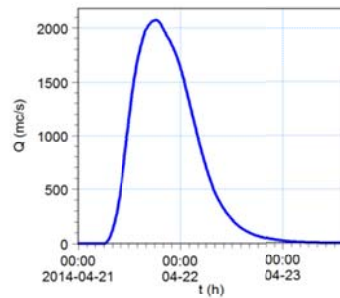
Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.

Scenario di Progetto Esecutivo P2 (144 m di ponte) & Lago a 155 m s.m. (minimo ordinario)



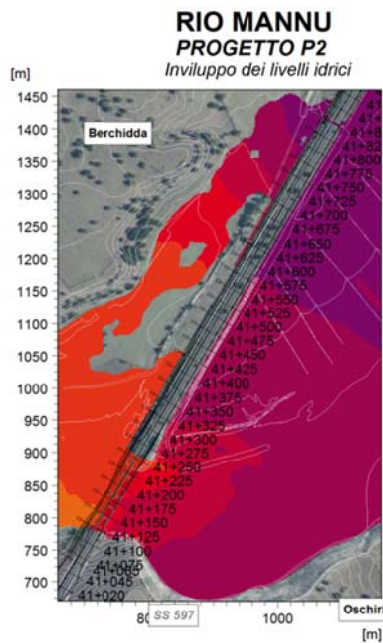
Condizione di monte:

Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



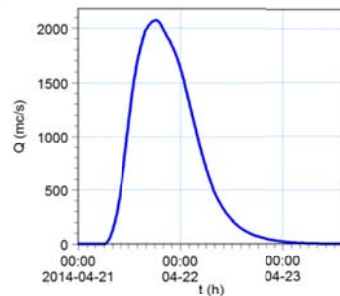
Condizione di valle:

Lago Coghinas
 Quota di massima regolazione: 155.0 m s.m.



Condizione di monte:

Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s

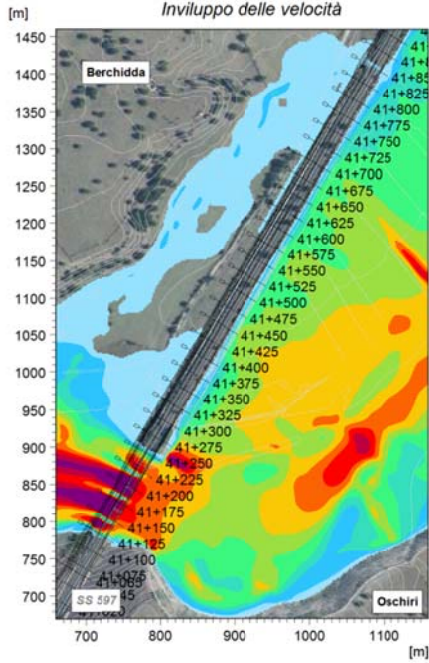


Condizione di valle:

Lago Coghinas
 Quota di massima regolazione: 155.0 m s.m.

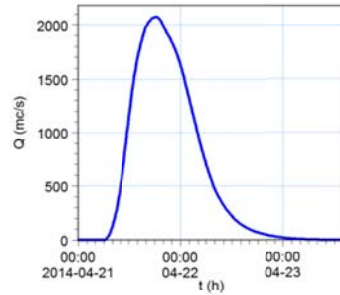
**RIO MANNU
 PROGETTO P2**

Involuppo delle velocità



Condizione di monte:

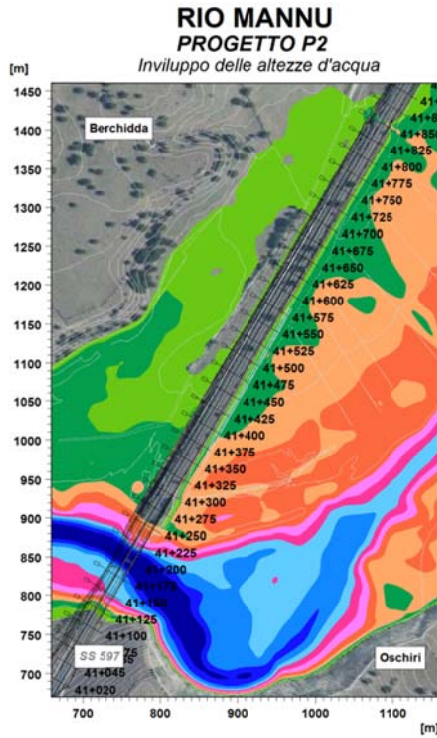
*Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s*



Condizione di valle:

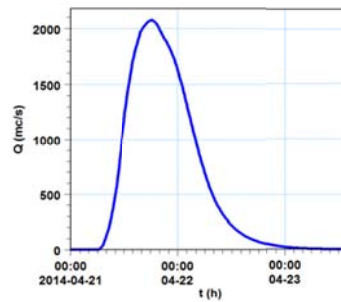
*Lago Coghinas
 Quota di massima regolazione: 155.0 m s.m.*

Scenario di Progetto Esecutivo P2 (144 m di ponte) & Lago a 164 m s.m. (max regolazione)



Condizione di monte:

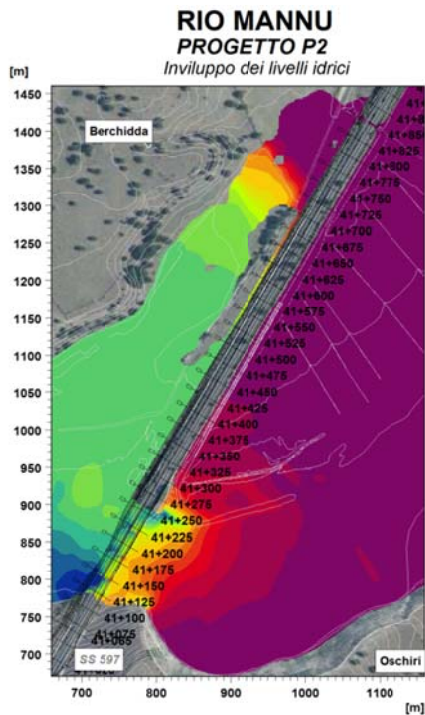
Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

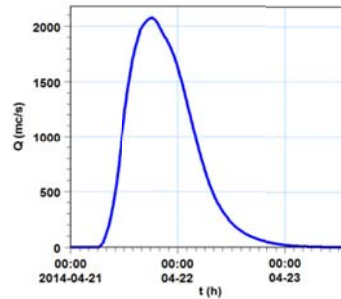
Lago Coghinas

Quota di massima regolazione: 164.0 m s.m.



Condizione di monte:

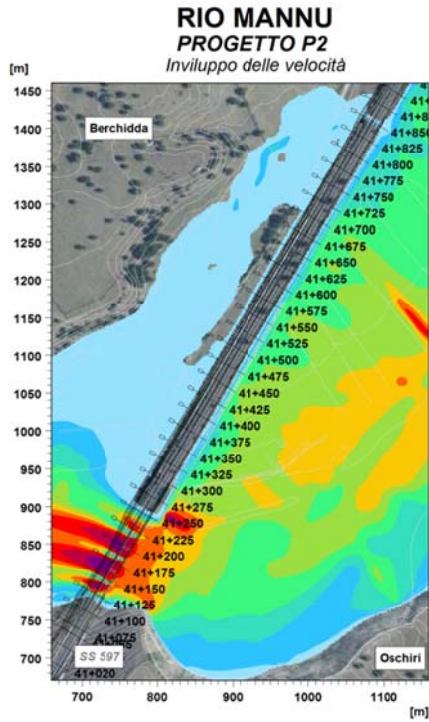
Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

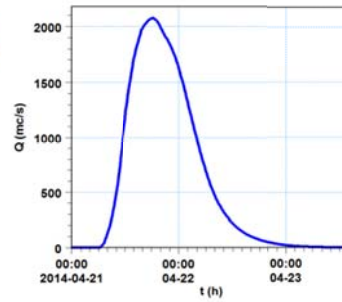
Lago Coghinas

Quota di massima regolazione: 164.0 m s.m.



Condizione di monte:

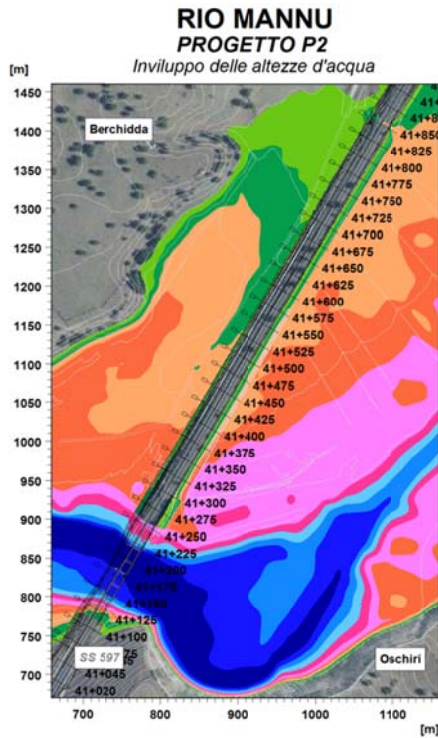
Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

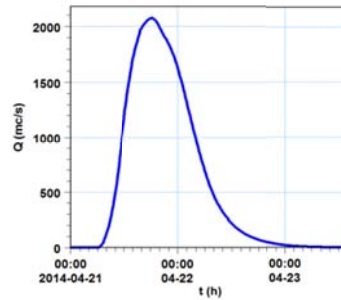
Lago Coghinas
 Quota di massima regolazione: 164.0 m s.m.

Scenario di Progetto Esecutivo P2 (144 m di ponte) & Lago a 166 m s.m. (max invaso)



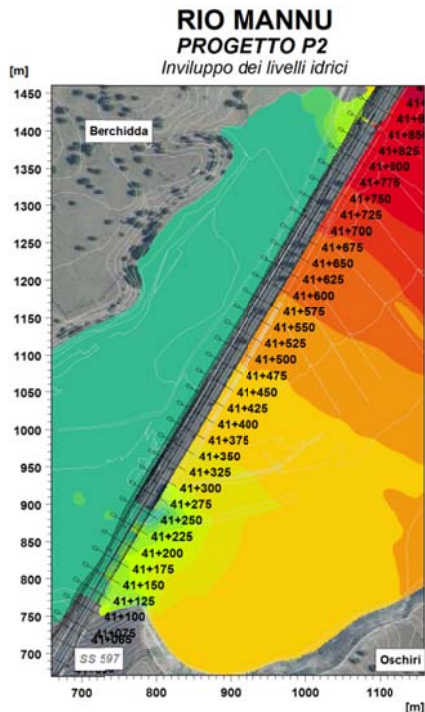
Condizione di monte:

Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



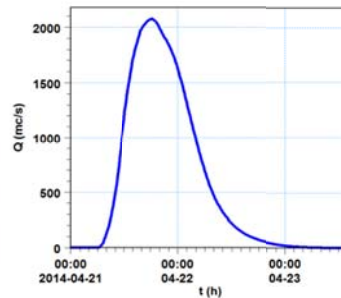
Condizione di valle:

Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.



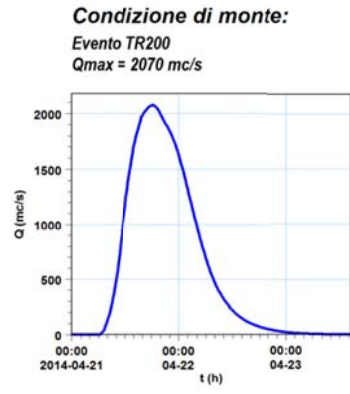
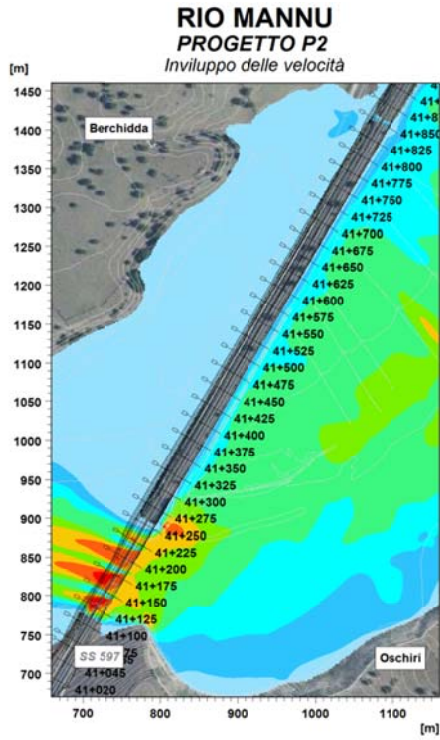
Condizione di monte:

Evento TR200
 Qmax = 2070 mc/s



Condizione di valle:

Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.



Condizione di valle:
 Lago Coghinas
 Quota di massimo invaso: 166.0 m s.m.

6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

I risultati delle simulazioni idrauliche effettuate con il modello monodimensionale vengono riportate negli allegati 2, 3 e 4 in cui si riportano: tabella dei risultati con le principali caratteristiche idrauliche, profilo idrico e sezioni idrauliche con l'andamento dei livelli e delle velocità.

I risultati delle simulazioni riportati in forma tabellare hanno le seguenti principali caratteristiche idrauliche individuate per ogni sezione:

- Q Total (m^3/s) = valore di portata;
- Min Ch El (m) = quota fondo alveo;
- Max Chl Dpth (m) = tirante idrico massimo;
- W.S. Elev (m s.l.m.) = quota di pelo libero;
- Crit W.S. (m s.l.m.) = quota altezza critica;
- Diff: differenza tra W.S. Elev e Crit W.S.;
- Froude Chl (-) = valore di portata;
- E.G. Elev (m) = carico idraulico totale;
- Vel Chnl (m/s) = velocità media nell'alveo;
- Vel Total (m/s) = velocità media nella sezione;
- Hydr Radius C (m) = raggio idraulico;
- Shear Chan (N/m^2): tensione tangenziale;
- Hydr Depth (m): tirante idrico medio nella sezione.

Per quanto concerne l'analisi dei risultati delle simulazioni idrauliche effettuate con il modello monodimensionale si costata che rispetto ai valori ottenuti con l'analisi bidimensionale i livelli sono mediamente inferiori a causa della semplificazione geometrica che il modello comporta.

Constatando la comparabilità dei risultati dei due differenti modelli si ritiene che per il maggior dettaglio fornito dal modello 2D, i risultati da considerare ai fini progettuali siano quelli ottenuti mediante le simulazioni con il modello bidimensionale.

Degli scenari analizzati in moto monodimensionali, si evidenzia:

- lo scenario del Progetto Preliminare Complesso non garantisce il franco minimo di 1.5 m ne nella configurazione a "164", ne a maggiore ragione nella configurazione "166" dove peraltro le travi risultano essere addirittura "a bagno". La posizione della spalla A risulta insistere sulla sponda-scarpata sinistra del letto di magra, a diretto contatto con i deflussi di piena più veloci. Per tali motivi, confermati in corso di sopralluogo dai responsabili del Genio Civile di Sassari (in contraddittorio con ANAS), lo scenario di Progetto Preliminare Complesso non risulta rispondere ai requisiti di compatibilità idraulica.
- Lo scenario di progetto esecutivo proposto risponde a tali requisiti adottando opportune modifiche progettuali a livelletta, travi e campate: la spalla A è arretrata di circa 25 m rispetto all'esistente e rispetto la sponda in erosione del Mannu, mentre l'intradosso di impalcato è elevato sino a garantire il franco sulla quota di massimo invaso della diga. Anche l'arretramento della spalla B di circa 20 m rispetto all'esistente garantisce certamente un migliore deflusso idraulico.

7. ANALISI DELL'INTERAZIONE CORRENTE – STRUTTURA: FENOMENI DI SCALZAMENTO

Lo scalzamento totale relativo a un attraversamento è costituito da tre componenti (Figura 17):

- abbassamento generalizzato dell'alveo;
- scalzamento da contrazione della sezione trasversale;
- scalzamento locale per effetto della pila e/o della spalla.

Le tre componenti devono essere sommate per ottenere il valore complessivo sulle fondazioni della struttura; questo equivale ad assumere che ciascuna componente si manifesti in modo indipendente rispetto alle altre e costituisce un criterio in qualche misura cautelativo.

Inoltre, nel caso sia opportuno, deve essere considerata la possibilità di una migrazione planimetrica dell'alveo, che sposta lateralmente rispetto alle strutture del ponte la posizione del thalweg; essa può influenzare la stabilità delle fondazioni delle pile, provocare erosioni sulle fondazioni delle spalle e dei rilevati di approccio o modificare il valore dello scalzamento locale variando la direzione della corrente in rapporto all'orientamento delle pile e delle spalle. I fattori che influenzano il fenomeno sono legati alla geomorfologia dell'alveo, alla specifica localizzazione del ponte, al regime delle piene e alle caratteristiche del materiale d'alveo.

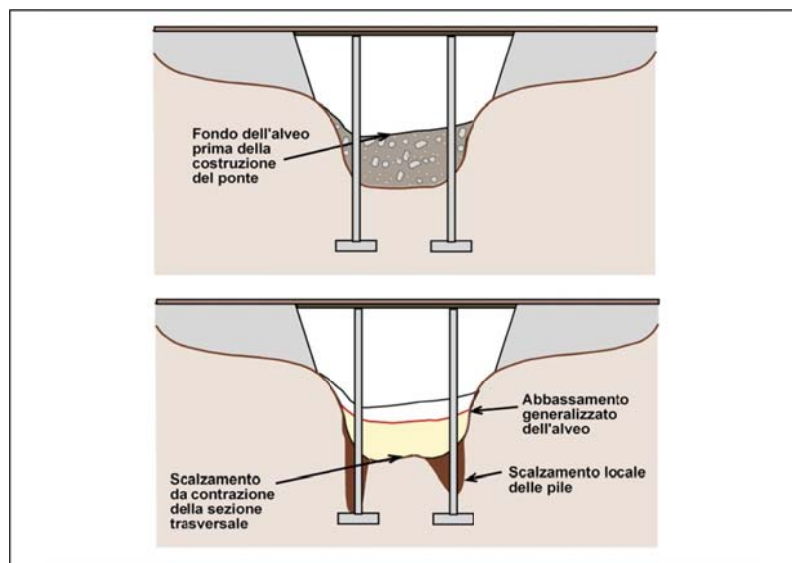


Figura 17 – Componenti dello scalzamento nelle sezioni di un ponte

Abbassamento generalizzato dell'alveo

Non avendo a disposizione confronti topografici di profilo di fondo alveo nel tratto, non è possibile verificare il tendenziale di abbassamento/innalzamento dell'alveo nel tratto. La realizzazione della strada e del viadotto esistente, con conseguente riduzione della sezione trasversale di deflusso di piena ha probabilmente favorito un aumento della concentrazione delle velocità in alveo di magra per eventi alluvionali intensi, favorendo fenomeni di abbassamento generalizzato. Anche nel tratto di monte si osserva una tendenza erosiva laterale generalizzata peraltro contrastata mediante la realizzazione di numerosi pennelli trasversali.

Erosione generalizzata per contrazione della sezione di deflusso

L'erosione generalizzata del letto del fiume è un fenomeno dipendente dal regime della corrente e dalla natura del materiale di fondo. In presenza di un ponte, molti fattori contribuiscono alla formazione del fenomeno di erosione. Per esempio l'alveo principale si contrae in prossimità della sezione di attraversamento, il rilevato della strada in prossimità del ponte causa il passaggio totale o parziale del flusso delle golene nell'alveo principale, le pile ostruiscono parte del flusso.

Ci sono due differenti forme di erosione generalizzata, dipendenti dal trasporto di materiale presente nel tratto a monte della sezione di attraversamento. Nel caso in cui ci sia trasporto solido nel tratto a monte del ponte, si parla di "Live-Bed Contraction Scour", se il trasporto di materiale è trascurabile si ha "Clear-Water Contraction Scour".

Per stabilire in che condizione ci si trovi, l'HEC-RAS calcola la velocità critica V_c di trasporto del materiale del letto e la confronta con la velocità V del flusso nella sezione a monte del ponte dove il flusso non è disturbato dalla presenza del ponte. Se $V_c > V$, allora si considera il caso "Live-Bed Contraction Scour", altrimenti si ricade nel caso "Clear-Water Contraction Scour". La velocità critica V_c viene calcolata con l'espressione di Laursen:

$$V_c = K_u y_1^{1/6} D_{50}^{1/3}$$

Dove:

- V_c = velocità critica al di sopra della quale il materiale di dimensione uguale o inferiore a D_{50} va in trasporto (m/s);
- y_1 = profondità media del flusso (m);
- D_{50} = diametro medio del materiale di fondo;
- $K_u = 6.19$.

Nel caso "Live Bed Contraction Scour", l'espressione utilizzata per il calcolo dell'erosione è la formula di Laursen:

$$y_2 = y_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{6/7} \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{K_1}$$

$$y_s = y_2 - y_0$$

Dove:

- y_s = profondità media dell'erosione (m);
- y_2 = profondità del canale dopo l'erosione nella sezione contratta (m);
- y_1 = profondità media del canale nella sezione a monte (m) ;
- y_0 = profondità iniziale del canale nella sezione contratta (m) ;
- Q_1 = portata nella sezione di monte (m³/s) ;
- Q_2 = portata nella sezione contratta (m³/s) ;
- W_1 = larghezza del fondo nella sezione di monte (m) ;
- W_2 = larghezza del fondo nella sezione contratta meno la larghezza delle pile (m) ;
- K_1 = esponente dipendente dal tipo di trasporto di materiale.

Tabella 5 – Valori dell'esponente K_1

V^*/ω	K_1	Tipo di trasporto di materiale
< 0.5	0.59	Principalmente trasporto di fondo
0.5 ÷ 2.0	0.64	Presenza di sospensione
> 2.0	0.69	Principalmente in sospensione

Dove:

- $V^* = (gy_1 S_1)^{1/2}$ velocità di taglio nella sezione di monte (m/s);
- $\omega =$ velocità di caduta del materiale del letto con D50 (m/s);
- $g = 9.81$ accelerazione di gravità (m/s²);
- $S_1 =$ pendenza della linea dell'energia.

Nel caso "Clear Water Contraction Scour" si utilizza l'espressione di Laursen:

$$y_2 = \left(\frac{Q_2^2}{CD_m^{2/3} W_2^2} \right)^{3/7}$$
$$y_s = y_2 - y_0$$

Dove:

- $D_m =$ diametro della particella non trasportabile più piccola (1.25 D50) nella sezione contratta (m);
- D50 = diametro medio del materiale di fondo;
- $C = 40$.

Erosione localizzata in corrispondenza delle pile

L'erosione localizzata in corrispondenza delle pile è causata dall'accelerazione del flusso intorno alla pila e alla formazione di vortici. I vortici rimuovono materiale dalla base della pila, creando un buco. Al crescere della profondità dell'erosione, diminuisce la velocità del vortice e quindi la rimozione di materiale. Quando si raggiunge l'equilibrio tra il materiale depositato e il materiale scalzato, l'erosione cessa.

I fattori che influenzano la profondità dell'erosione sono:

- la velocità del flusso a monte della pila;
- la profondità del flusso;
- la larghezza della pila;
- la forma della pila;
- la lunghezza della pila quando non è ortogonale alla corrente;
- le dimensioni del materiale del letto.

Il codice di calcolo Hec – Ras permette di calcolare l'erosione con la formula Colorado State University (CSU) o con la formula di Froehlich.

L'equazione CSU ha la forma seguente:

$$y_s = 2.0K_1K_2K_3K_4a^{0.65}y_1^{0.35}Fr_1^{0.43}$$

dove:

- y_s = profondità dell'erosione (m);
- K_1 = fattore di correzione per la forma dell'estremità della pila;
- K_2 = fattore di correzione per l'angolo d'attacco del flusso;
- K_3 = fattore di correzione per le forme di fondo;
- K_4 = fattore di correzione per il materiale di fondo;
- a = larghezza della pila (m);
- y_1 = profondità del flusso a monte della pila (m);
- Fr_1 = Numero di Froude a monte della pila.

I valori dei coefficienti correttivi sono automaticamente calcolati dal programma una volta disegnato il ponte.

L'equazione di Froehlich è:

$$y_s = 0.32\phi(a')^{0.62}y_1^{0.47}Fr_1^{0.22}D_{50}^{-0.09} + a$$

Dove:

- Φ = fattore di correzione per la forma dell'estremità della pila;
- a' = larghezza della pila proiettata nella direzione del flusso.

Erosione localizzata in corrispondenza delle spalle

L'erosione localizzata in corrispondenza delle spalle si verifica quando una spalla ostruisce il flusso. Si forma in tal caso un vortice orizzontale che comincia all'estremità di monte della spalla e prosegue lungo il piede della spalla, formando un vortice verticale a valle della spalla.

L'Hec – Ras utilizza due formule per il calcolo dell'erosione localizzata in corrispondenza delle spalle. L'equazione utilizzata è quella di Froehlich:

$$y_s = 2.27K_1K_2(L')^{0.43}y_a^{0.57}Fr^{0.61} + y_a$$

Dove :

- y_s = profondità dell'erosione (m);
- K_1 = fattore di correzione per la forma della spalla;
- K_2 = fattore di correzione per l'angolo di attacco;
- L' = lunghezza della spalla proiettata nella direzione del flusso (m);

- y_a = profondità media del flusso nella sezione di monte (m);
- $Fr = \frac{V_e}{(gy_a)^2}$ numero di Froude nella sezione di monte del ponte;
- $V_e = Q_e/A_e$ velocità media a monte del ponte (m/s);
- Q_e = portata ostruita dalla spalla e dal rilevato nella sezione di monte (m³/s);
- A_e = Area della sezione di monte ostruita dalla spalla e dal rilevato (m²).

Risultati del calcolo e conclusioni

Si è assunto come configurazione di progetto per la stima dell'erosione per entrambe i ponti in progetto, l'evento con tempo di ritorno di 200 anni riferito allo scenario con il livello del lago del Coghinas pari a 155 m s.l.m., ritenendo tale configurazione rappresentativa della maggior criticità in riferimento alle velocità e quindi alle azioni erosive. Essendo il livello del lago basso, le velocità della corrente in corrispondenza delle pile risultano infatti essere non smorzate dall'effetto di rigurgito del lago stesso all'innalzamento dei livelli idrici (al contrario degli scenari "164" e "166"). I risultati delle formule empiriche, verificati al passaggio dell'evento TR200 anni, sono descritti, nelle figure e tabelle di seguito riportate.

I risultati teorici di calcolo evidenziano che:

- il valore di scalzamento atteso per sola erosione localizzata alle pile si attesta nell'ordine dei 4 m;
- il valore di scalzamento atteso per sola erosione localizzata alle spalle si attesta nell'ordine dei 4 m per la sinistra e 6 m per la destra, spalla che risulta effettivamente più esposta;
- l'effetto di erosione per contrazione della sezione di deflusso definisce circa un metro per le pile in alveo.

Al fine di inquadrare tali calcoli nel contesto geologico, è necessario riassumere il quadro definito dal Profilo Geologico ottenuto dai rilievi geognostici ad oggi disponibili. All'altezza del viadotto i Profili definiscono la seguente stratigrafia: un primo strato (solo in alveo) di *Depositi alluvionali attuali (1da)*, un secondo strato di *Depositi antichi terrazzati (1e)* e uno strato profondo di *Depositi epiclastici (8)*. I depositi alluvionali raggiungono profondità variabili massime di circa 4-4.5 m, per poi proseguire con la successione sedimentaria miocenica (roccia sedimentaria).

Visto il quadro geologico, si deduce che i valori di scalzamento teorici attesi risultano plausibili sino alla profondità di circa 4 m dello strato alluvionale, mentre a profondità superiori risultano mitigati dalla presenza dello strato di **roccia sedimentaria**.

Tabella 6 –Risultati del calcolo dell'ercsione

Contraction Scour			
	Left	Channel	Right
Input Data			
Average Depth (m):	1.16	4.80	0.94
Approach Velocity (m/s):	2.07	3.13	1.87
Br Average Depth (m):	0.99	4.01	
BR Opening Flow (m3/s):	18.19	2057.81	
BR Top VWD (m):	6.35	131.65	
Grain Size D50 (mm):	100.00	100.00	100.00
Approach Flow (m3/s):	72.07	1567.40	436.53
Approach Top WD (m):	29.99	104.36	247.78
K1 Coefficient:	0.590	0.640	0.590
Results			
Scour Depth Ys (m):	0.00	1.21	
Critical Velocity (m/s):			
Equation:	Live	Live	
Pier Scour			
Pier: #1 (CL = 142.2)			
Input Data			
Pier Shape:	Circulare cylinder		
Pier Width (m):	2.50		
Grain Size D50 (mm):	100.00000		
Depth Upstream (m):	4.31		
Velocity Upstream (m/s):	2.88		
Projected Width (m):	2.50		
Pier shape Coeff.	1.00		
Results			
Scour Depth Ys (m):	3.65		
Froude #:	0.44		
Equation:	Froehlich's equation		
Pier: #2 (CL = 185.2)			
Input Data			
Pier Shape:	Circulare cylinder		
Pier Width (m):	2.50		
Grain Size D50 (mm):	100.00000		
Depth Upstream (m):	4.74		
Velocity Upstream (m/s):	3.05		
Projected Width (m):	2.50		
Pier shape Coeff.	1.00		
Results			
Scour Depth Ys (m):	3.71		

Froude #:	0.45
Equation:	Froehlich's equation
Pier: #3 (CL = 228.2)	
Input Data	
Pier Shape:	Circolare cylinder
Pier Width (m):	2.50
Grain Size D50 (mm):	100.00000
Depth Upstream (m):	4.43
Velocity Upstream (m/s):	2.68
Projected Width (m):	2.50
Pier shape Coeff.:	1.00
Results	
Scour Depth Ys (m):	3.65
Froude #:	0.41
Equation:	Froehlich's equation

Abutment Scour

	Left	Right
Input Data		
Station at Toe (m):	112.95	258.45
Toe Sta at appr (m):	122.98	219.64
Abutment Length (m):	23.64	261.83
Depth at Toe (m):	1.04	2.35
K1 Shape Coef.:	0.55 - Spill-through abutment	
Degree of Skew (degrees):	90.00	45
K2 Skew Coef.:	1.00	0.91
Projected Length L' (m):	23.64	185.14
Avg Depth Obstructed Ya (m):	0.94	1.15
Flow Obstructed Qe (m3/s):	41.92	650.20
Area Obstructed Ae (m2):	22.30	301.40
Results		
Scour Depth Ys (m):	4.44	5.95
Qe/Ae = Ve:	1.88	0.57
Froude #:	0.62	0.33
Equation:	Froehlich	HIRE

Combined Scour Depths

Pier : #1 (CL = 142.2) (Contr + Pier) (m):	4.87
Pier : #2 (CL = 185.2) (Contr + Pier) (m):	4.92
Pier : #3 (CL = 228.2) (Contr + Pier) (m):	4.86
Left abutment scour + contraction scour (m):	4.44
Right abutment scour + contraction scour (m):	7.17

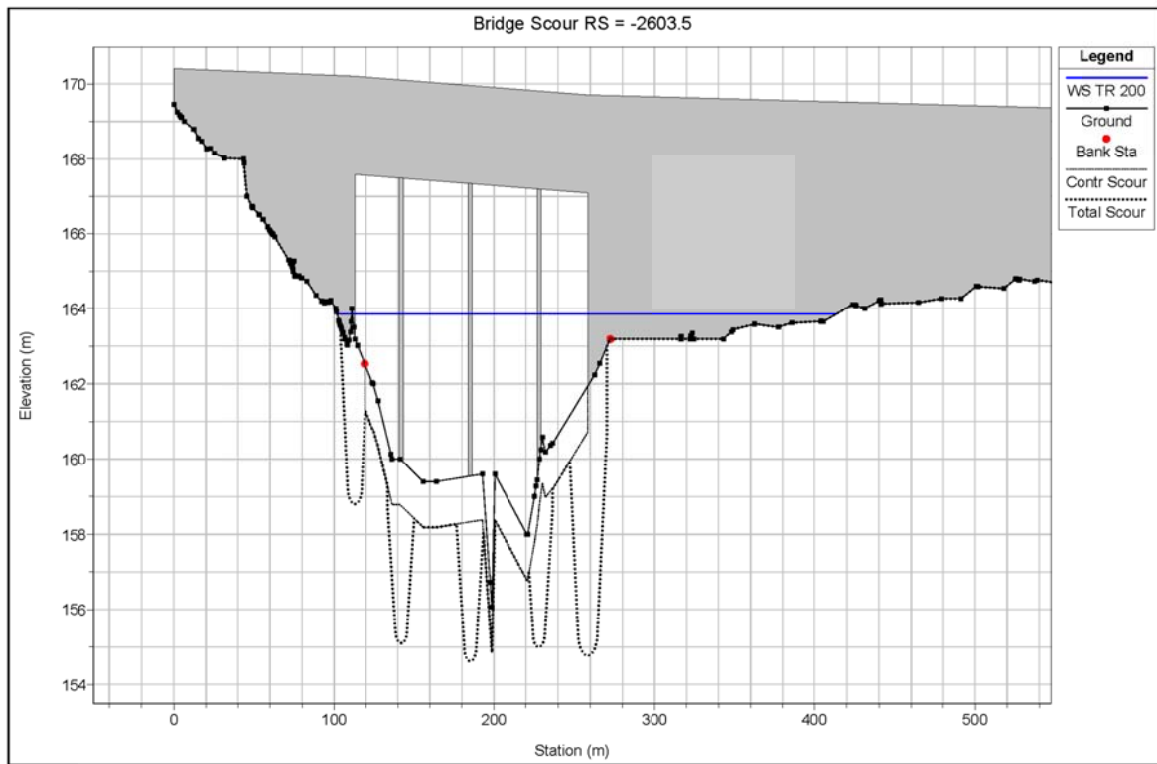


Figura 18 – Scalzamento atteso per i ponti in progetto (SS597 e SV7)

8. OPERE IDRAULICHE DI PROTEZIONE

Gli interventi di protezione hanno lo scopo di evitare / minimizzare i problemi di stabilità dell'alveo e delle strutture su di esso localizzate (pile, spalle e rilevati di accesso all'impalcato) rispetto a fenomeni di erosione e scalzamento idraulico dovute alle piene alluvionali. Nel caso specifico subentra anche la problematica connessa alla permanenza di livello del lago (problema geotecnico).

Le opere in progetto sono diversamente esposte a fenomeni idraulici:

- le pile (tutte poste in alveo attivo) sono esposte ad azioni di scalzamento, di cui si tiene conto in termini strutturali/geotecnici (profondità di infissione dei pali rispetto alle verifiche del capitolo precedente);
- le spalle (entrambe comunque poste al di fuori dell'alveo attivo) sono esposte ad azioni di scalzamento che interessano il substrato alluvionale antico (unità geologica 1e): le protezioni previste (platea posta al piede della spalla e difese poste lungo le sponde) scongiurano l'insorgere di tale fenomeno;
- il rilevato è esposto ad azioni di erosione al piede e sul paramento, di cui si tiene conto in termini di opere di protezione (rivestimento in massi);
- il rilevato è esposto ad azioni cicliche di oscillazione di livello idrico del lago, di cui si tiene conto in termini di strutturali/geotecnici (verifiche di stabilità) che in termini di barriera al dilavamento (geocomposito o similari).

Le opere di protezione idraulica anti erosione e scalzamento sono pertanto previste a difesa delle due spalle e dei rilevati di accesso alle stesse.

A tal fine il progetto prevede:

- di contrastare eventuali fenomeni di erosione laterale delle scarpate spondali mediante posa di massi ciclopici (diametro minimo 0.8 m, tensione critica minima del singolo masso secondo Shields&Kalinske pari a 1200 N/m²): l'intervento funge a difesa laterale delle fondazioni delle spalle;
- di contrastare eventuali fenomeni di erosione localizzata alle spalle e piede rilevato di approccio mediante la posa di una platea di massi cementati (o comunque di efficacia atta a garantire una tensione critica minima del singolo masso secondo Shields&Kalinske pari a 900 N/m²): l'intervento funge a difesa del plinto di fondazione delle spalle e del piede dei rilevati retrostanti;
- di contrastare eventuali fenomeni di erosione del rilevato mediante la posa di massi cementati (o comunque di efficacia atta a garantire una tensione critica minima del singolo masso secondo Shields&Kalinske pari a 600 N/m²): l'intervento funge a difesa del piede e del paramento del rilevato.

La verifica di tali opere è stata condotta secondo l'analisi delle condizioni critiche di moto incipiente, effettuata mediante l'utilizzo di formule basate sul confronto delle tensioni di trascinamento.

Tale criterio si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale esercitato dalla corrente sul materiale costituente il letto fluviale. La condizione di stabilità del fondo risulta quando $t_{cr} > t_0$, ossia quando la tensione tangenziale critica del materiale di rivestimento è maggiore o uguale a quella di moto incipiente esercitata dalla corrente.

La tensione ammissibile del materiale costituente la difesa (nel caso di massi di cava sciolti) deve risultare superiore a quanto determinato dalla corrente (v. allegati Hec-Ras, Shear), con coefficiente di sicurezza almeno di 1.5.

I calcoli condotti definiscono una tensione massima idraulica in alveo e spalle di circa 300-400 N/m², che si riduce a 100-200 N/m² in area golenale lungo al rilevato.

Ubicazione ed estensione delle opere viene riportata negli elaborati di pertinenza. In particolare si noti la necessità di dare continuità alla difesa spondale con la platea e con il rivestimento della spalla.

E' possibile il riutilizzo dei massi precedentemente utilizzati per la creazione di guado e isole di lavoro in alveo.

9. OPERE PROVVISORIALI

Nell'ambito delle opere provvisionali funzionali alla realizzazione degli attraversamenti in progetto è prevista la realizzazione di un guado provvisorio sul rio Mannu di Berchidda frapposto tra i due ponti in progetto (elaborato DPCA03E1004ID01IDRDI02A) (Figura 19 e Figura 20).

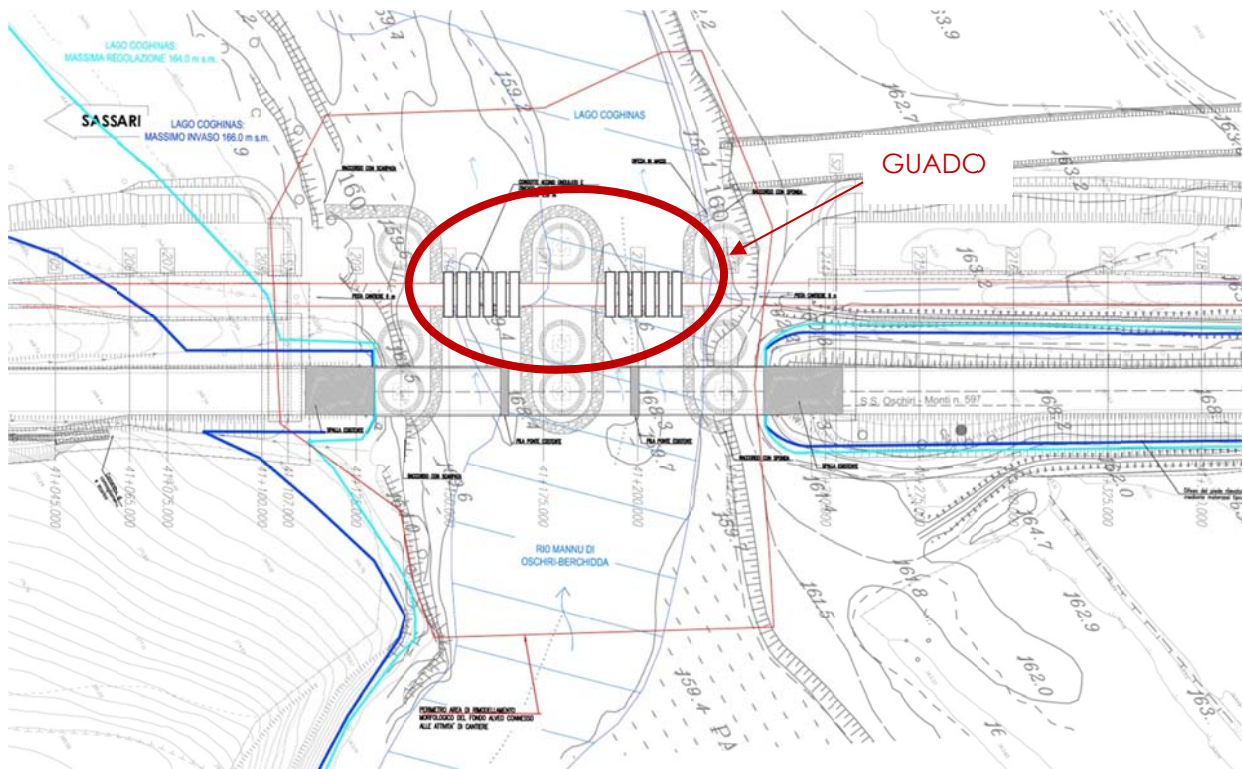


Figura 19 – Planimetria con l'ubicazione del guado provvisoriale

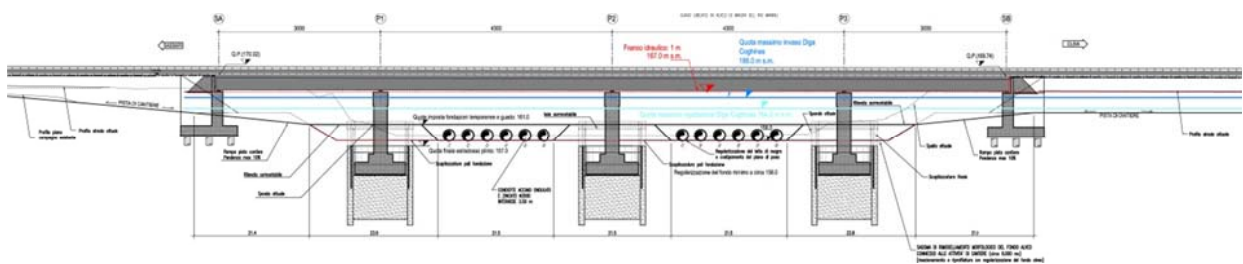


Figura 20 – Profilo longitudinale con ubicazione del guado

L'opera sarà realizzata con n. 12 condotte D2000 e L 12 m in acciaio ondulato zincato affiancati con interasse di 3.5 m, appoggiati su un fondo regolarizzato posto ad una quota di circa 158 m s.l.m. e ricoperti con materiale da rilevati stradali opportunamente compattato per creare la pista di cantiere larga circa 6 m e sormontabile ad una quota di 161 m s.l.m.. Per la protezione dell'opera viene previsto da entrambi i lati una scogliera in massi con altezza di circa 3 m.

Durante le fasi costruttive del ponte si prevede la realizzazione di ture temporanee e rimodellamento morfologico dell'alveo (in area demaniale). Nell'elaborato dedicato è individuata tale area di lavorazione con indicazione di una sagoma teorico di rimodellamento.

Verifiche idrauliche

In relazione alla verifica idraulica delle opere provvisorie, si assume un tempo di ritorno che, in funzione della vita dell'opera provvisoria, comporti il medesimo livello di pericolosità idraulica relativa rispetto alle opere maggiori in progetto che non hanno carattere provvisorio.

La pericolosità idraulica relativa, definita come probabilità di accadimento di un evento di piena in un intervallo di tempo di N anni, è espressa tramite la formulazione:

$$P_{rel} = 1 - (1 - 1/T)^N$$

dove T rappresenta il tempo di ritorno e N il periodo di vita dell'opera.

La pericolosità idraulica per un'opera stabile in alveo con vita economica pari a N = 100 anni, dimensionata rispetto alla piena con tempo di ritorno di 200 anni (stabilita dalla normativa vigente come portata di progetto) è quindi pari a:

$$P_{rel} = 0,39$$

Ciò significa che vi è la probabilità del 39% che nei 100 anni di vita dell'opera si verifichi almeno una volta la piena duecentennale.

Assumendo per il cantiere provvisorio in alveo un periodo di permanenza cautelativo pari a 2 anni, si ottiene che la verifica idraulica delle opere provvisorie dovrebbe essere condotta per un tempo di ritorno di circa 5 anni (Tabella 7).

Tabella 7 – Rapporto tra il tempo di ritorno e la probabilità relativa nell'ipotesi di un tempo di vita dell'opera pari a 2 anni

Tempo di ritorno (anni)	Opera provvisoria in alveo N (anni)	Probabilità relativa P_{rel}
5	2	0.36
7	2	0.26
10	2	0.19

Per limitare l'interferenza sul corso d'acqua, il guado viene realizzato tramite una serie di tubi circolari D2000 accostati e ricoperti da una soletta carrabile per carichi stradali di prima categoria. La configurazione di progetto verificata vede la presenza contemporanea del ponte esistente con le due pile in alveo, le nuove pile del ponte in progetto della SS597 e le pile della strada secondaria SV7. Tale assetto risulta essere il più cautelativo per la stima degli effetti del deflusso idraulico in concomitanza con le opere di cantierizzazione e realizzazione delle opere in alveo.

Inserendo tale manufatto all'interno del modello idraulico numerico predisposto per il progetto esecutivo in esame, si osserva che con tale scelta progettuale la sezione idraulica utile del guado garantisce il deflusso delle portate di magra inferiori o uguale ai 100 m³/s.

Questa scelta permette di minimizzare l'interferenza con i deflussi ed evitare qualsiasi tipo di rigurgito indotto per le portate di piena ordinaria (TR > 2 anni – 208 m³/s). Le interferenze che si hanno per portata di magra (es. 180 m³/s) si limitano alla sezione di deflusso interna alle sponde.

Il valore di portata di 100 m³/s risulta essere inferiore al tempo di ritorno stimato di circa 5 anni. Tale scelta progettuale è legata alla fruizione dell'opera provvisoria in relazione ai regimi di regolazione dell'invaso del Coghinas appena più a valle. Dai dati forniti dal gestore dell'invaso risulta che i livelli di gestione ordinaria della risorsa idrica prevedono delle oscillazioni comprese tra

la quota di 155.0 m s.m. (ordinario minimo annuale) e la quota di massima regolazione (164.0 m s.m.). In regime ordinario, i valori massimi si registrano col periodo invernale-primaverile e si possono prolungare fino a giugno. Tra il 15 di giugno e il 15 settembre, per esigenze idropotabili in convenzione con la Regione Sardegna, le quote idriche nel lago si attestano tra 160.0 e 160.5 m s.m. Dal 15 di settembre l'uso idroelettrico, associata alla normale assenza di piogge, fa sì che le quote ordinarie si abbassino anche al di sotto di 158.0 m s.m., per poi rialzarsi verso metà novembre. Da novembre al giugno successivo i livelli sono usualmente superiori a 158.0 m s.m.. Per tale motivo, è stato scelto di mantenere come quota sormontabile del guado 161 m s.m. e quindi salvo eventi meteorologici imprevedibili, la fruizione dell'opera provvisoria nel periodo estivo compreso tra il 15 di giugno e il 15 settembre.

Si riportano in allegato i risultati effettuati per la verifica della compatibilità idraulica dell'opera.

Valutazione della compatibilità idraulica del guado

La valutazione della compatibilità idraulica del guado in progetto è formulata in funzione dei criteri di seguito elencati.

Modifiche indotte sul profilo di piena (simulazione in condizione stazionaria): il guado, in ragione della posizione e delle dimensioni geometriche, non interferisce con i profili di piena relativi alle portate al colmo di riferimento. Aumenti delle quote dei profili nella parte di alveo immediatamente a monte dell'opera si manifestano per portate modeste e assumono entità veramente ridotte (comunque limitate all'interno delle sponde d'alveo), che si annullano per le portate superiori.

Riduzione della capacità d'invaso dell'alveo: per quanto detto in precedenza, il fenomeno non si manifesta.

Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti: nel tratto di interesse non sono presenti opere di difesa esistenti.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento: sono previste in difesa delle sponde del guado delle scogliere in massi di circa 3 m di altezza con materiale avente diametro minimo di 0.5 m.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena: la presenza del guado non è causa di effetti di instabilità plano-altimetrica, in quanto l'effetto di ostacolo è minimo.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena: in relazione all'esigenza di non avere interazioni apprezzabili con le condizioni di deflusso delle piene significative, l'altezza del guado è molto ridotta, tale quindi da comportare il sormonto del piano viabile per portate che si possono presentare con frequenza di qualche volta all'anno. Durante i periodi di sormonto, l'accesso al guado sarà chiuso mediante segnaletica dedicata.

L'insieme delle verifiche condotte porta quindi a ritenere che il guado temporaneo dedicato al cantiere sul riu Mannu di Berchidda rispetti sotto il profilo della compatibilità idraulica le disposizioni previste dal PAI: l'opera non comporta alcun tipo di aggravamento delle attuali condizioni di deflusso in piena del corso d'acqua.

10. STAGIONALITA' DEI LAVORI IN ALVEO

Come premesso nella descrizione del lago, le oscillazioni idrauliche sono di carattere stagionale secondo le seguenti ordinarietà:

- I livelli di gestione ordinaria della risorsa idrica prevedono delle oscillazioni comprese tra la quota di 155.0 m s.l.m. (ordinario minimo annuale) e la quota di massima regolazione (164.0 m s.l.m.). In regime ordinario, valori massimi si registrano col periodo invernale-primaverile e si possono prolungare fino a giugno.
- Tra il 15 di giugno e il 15 settembre, per esigenze idropotabili in convenzione con la Regione Sardegna, le quote idriche nel lago si attestano tra 160.0 e 160.5 m s.l.m.
- Dal 15 di settembre l'uso idroelettrico, associata alla normale assenza di piogge, fa sì che le quote ordinarie si abbassino anche al di sotto di 158.0 m s.l.m., per poi rialzarsi verso metà novembre.
- Da novembre al giugno successivo i livelli sono usualmente superiori a 158.0 m s.l.m.

Ne consegue che la realizzazione del guado e delle pile in alveo asciutto dovranno essere realizzate nella stagione estivo-autunnale, tra metà giugno e metà settembre.

11. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena: i tre ponti affiancati presentano ciascuno 4 campate e tre pile allineate (ciascuna pila a sezione circolare di diametro pari a 2.5 m) per un totale di lunghezza di circa 144 m, circa 40 m in più rispetto all'esistente e 20 m in più rispetto al Progetto Preliminare Complesso. L'intervento di rialzo dell'attuale livelletta stradale (intradosso a 167.0 m s.m.) garantisce il recupero del franco sulla quota di massimo invaso. L'ampliamento del viadotto migliora la capacità di deflusso anche per livelli del lago bassi.

Riduzione della capacità d'invaso dell'alveo: per quanto detto al punto precedente, la struttura in progetto provoca una riduzione non significativa della capacità d'invaso dell'alveo.

Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti: l'assetto progettuale ripercorre la configurazione attuale, confermando e migliorando l'assetto del sistema difensivo.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento: sono previste sia difese in massi sciolti lungo la sponda sinistra e destra, che difese a platea a ridosso delle spalle, che rivestimenti del rilevato d'approccio. Le opere a difesa di spalle e rilevati risultano strategiche per la sicurezza dell'infrastruttura.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena: la presenza del ponte non è causa diretta di effetti di instabilità plano-altimetrica dell'alveo.

Trasporto solido: sovralluvionamento ed erosione: nel tratto il rio non evidenzia particolari fenomeni di sovralluvionamento, bensì al contrario azioni erosive generalizzate, peraltro contrastate lateralmente a monte mediante la realizzazione di pennelli trasversali.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale: l'attraversamento è posto a monte del Lago del Coghinas, tuttavia le campate hanno luci sufficientemente ampie per consentire un inserimento nel contesto paesaggistico e ambientale del corso d'acqua migliorativo rispetto all'assetto attuale.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena: il ponte risulta adeguato per franco idraulico rispetto ai massimi livelli raggiungibili dalla piena di riferimento e anche rispetto alla quota di massimo invaso del lago (1 m); la profondità di infissione dei pali-pila garantisce da fenomeni di scalzamento anche nell'alveo centrale di piena; il rilevato può essere interessato da deflusso tangenziale di esondazione, tuttavia è previsto il rivestimento del rilevato in tutto il tratto oggetto di allagamento; velocità gravose possono registrarsi puntualmente in corrispondenza delle spalle, per le quali sono previsti interventi in massi ciclopici e massi intasati.

L'insieme delle verifiche condotte porta quindi a ritenere che l'opera stradale rispetti sotto il profilo della compatibilità idraulica le disposizioni previste dal PAI: rilevati d'accesso, spalle e pile non peggiorano la configurazione attuale di allagamento.

12. CONCLUSIONI

I rilievi topografici evidenziano, ancor prima delle verifiche idrauliche, che la quota di intradosso dell'impalcato di progetto assumerebbe valori inferiori alla quota di massima regolazione del lago.

Le verifiche idrauliche sono state condotte secondo diverse configurazioni, tutte atte a definire i limiti idrodinamici del sistema fiume-lago e gli effetti che le opere in progetto possono indurre su tale sistema.

I profili idraulici di riferimento sono influenzati dal livello del Lago Coghinas, le cui quote di riferimento sono sì variabili nell'anno, ma rigorosamente definite secondo il Foglio Condizioni della Diga Muzzone in 164.0 m s.l.m. (massima regolazione) e 166.0 m s.l.m. (massimo invaso).

Rispetto alla piena di riferimento duecentennale, i risultati dello studio effettuato mediante modellazione idraulica mono e bidimensionale evidenziano quanto segue:

Assenza di qualsiasi interferenza (configurazione Rilevato Trasparente ANTE Statale):

l'esonazione del rio Mannu di Berchidda è fortemente influenzata dal livello nel lago: alla quota di massimo invaso presso il ponte le quote idrauliche risultano prossime a 166.2 m s.l. m., con velocità medie in alveo di circa 3.0 m/s.

Stato di fatto (configurazione attuale: circa 100 m di lunghezza del ponte con n.3 campate da 33 m) e, per analogia di risultati, Progetto Preliminare Complesso (circa 120 m di lunghezza del ponte con n.3 campate da 40 m):

l'esonazione del rio Mannu di Berchidda è fortemente influenzata dal livello nel lago: alla quota di massimo invaso presso il ponte le quote idrauliche risultano essere superiori a 166.7 m s.l.m., con velocità medie presso le pile di circa 5.0 m/s e tiranti medi (tra spalla e spalla) prossimi a 7 m.

Proposta progettuale P2 (circa 144 m di lunghezza del ponte con campate da 40 e 30 m):

l'esonazione del rio Mannu di Berchidda è fortemente influenzata dalle quote del Lago Coghinas, pertanto si è proceduto, a parità di idrogramma in ingresso, nel valutare diversi scenari di livello idraulico:

- scenario con lago basso a 155 m s.l.m. (minima quota ordinaria annuale): la piena affianca il rilevato stradale registrando in corrispondenza del ponte quote a circa 165.1 m s.l.m., con velocità medie presso le pile di circa 4.5 m/s e tiranti medi prossimi a 5.0 m;
- scenario di massima regolazione del lago a 164.0 m s.l.m.: la piena definisce dei livelli al ponte pari a circa 165.5 m s.l.m., con velocità medie presso le pile di circa 4.0 m/s e tiranti medi (tra spalla e spalla) prossimi a 5.5 m;
- scenario di massimo invaso del lago a 166.0 m s.l.m.: definisce dei livelli al ponte a 166.6 m s.l.m., con velocità medie presso le pile di circa 2.5 m/s e tiranti medi (tra spalla e spalla) prossimi a 6.8 m.

Con riferimento ai volumi di piena, al colmo dell'evento duecentennale i volumi sono stimati in circa 45Mm³, che possono arrivare a oltre 120 Mm³ per l'evento complessivo. Noto il volume dedicato fisso alla laminazione della diga, pari a circa 40 Mm³ è evidente che al gestore è necessaria la regolazione temporale delle paratoie mobili per ottimizzare la laminazione della piena e mantenere livelli non superiori a 166 m s.l.m.

In virtù delle analisi e considerazioni svolte, si assume la quota di massimo invaso del lago Coghinas pari a 166.0 m s.l.m. come condizione del lago stesso per la verifica dell'infrastruttura stradale. Con questo valore di condizione di immissione al lago, le verifiche idrauliche calcolano per l'evento duecentennale al ponte una quota di riferimento pari a circa 166.6 m s.l.m., su cui fissare il franco di sicurezza.

Per quanto attiene la definizione del franco idraulico, si ritiene che la particolare casistica in esame, cioè di profilo idraulico che risente, oltre che della piena fluviale, anche dell'oscillazione del lago, non renda applicabile in modo rigoroso la matrice velocità – tiranti definita all'art. 21 comma 2 lettera d. del PAI regionale.

La tabella seguente può meglio esplicitare la variabilità del franco idraulico a seconda dello scenario analizzato (i valori medi si intendono riferiti alla sezione trasversale spalla-spalla del ponte, che assume fondo medio pari a circa 160.0 m s.l.m. e fondo minimo a circa 158.0 m s.l.m.) (Tabella 8):

Tabella 8 – Franco idraulico di calcolo

Quota Lago Coghinas (m s.m.)	TR200 (2076 m³/s)			Franco PAI (m)	Quota minima intradosso impalcato per applicazione PAI (m s.m.)
	Tiranti medi (m)	Velocità medie (m/s)	Quota (m s.m.)		
155.0 (minima ordinaria)	5.3	4.5	165.1	1.5	166.6
164.0 (massima regolazione)	5.5	4.0	165.5	1.5	167.0
166.0 (massimo invaso)	6.8	2.5	166.6	1.5	168.1

Si marca l'attenzione sul fatto che la quota di massimo invaso a 166.0 m s.l.m. è un valore che, per la sicurezza stessa della diga, risulta insuperabile; in caso di avverse condizioni meteo che determinerebbero volumi di afflusso considerati "pericolosi" rispetto ai volumi invasabili nel bacino, per garantire il non superamento della quota di massimo invaso il gestore ha la facoltà di gestire i volumi attuando preventive regolazioni sulle paratoie mobili.

Peraltro le informazioni acquisite dall'Ufficio tecnico per le dighe di Cagliari, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, confermerebbero tale impostazione (che indicherebbero addirittura la quota di 166.83 m s.m. associabile ad un evento millenario).

Il margine di incertezza idraulica sulla quota di 166.0 m s.l.m. risulta pertanto minimo, e comunque legato alla sicurezza della diga stessa: per tutte le valutazioni apportate, si assume sufficientemente cautelativo l'applicazione del franco minimo di 1 m rispetto alla quota di massimo invaso.

La garanzia di 1 metro rispetto alla quota di massimo invaso porta alla quota di sicurezza di 167.0 m s.l.m., equivalente peraltro allo scenario di massima regolazione (165.5 + 1.5).

In ogni modo, indipendentemente dall'assunzione della quota di livello del lago, i diversi scenari evidenziano che:

- il tratto stradale compreso tra la progressiva 41+100 e la progressiva 42+500 insiste sull'area interessata dall'esondazione del rio Mannu, seppur senza provocare incrementi della pericolosità idraulica sul territorio limitrofo;
- nella stessa tratta la quota parte di rilevato tra la progr. 41+100 e la progr. 41+650 insiste direttamente in area soggetta ad annuale oscillazione del livello del lago Coghinas.

Sulla scorta di tali risultati si conclude proponendo la seguente variante progettuale rispetto al Progetto Preliminare Complesso, denominata nelle simulazioni idrauliche di verifica con codice identificativo P2, come intervento idraulicamente compatibile:

- **nuovo viadotto a 4 campate di ampiezza complessiva 144 m (con campate in alveo di ampiezza minima pari a 40 m) e con garanzia di un franco minimo di 1 metro rispetto alla quota di massimo invaso della diga 166.0 m s.l.m.**
- **rispetto alla quota di intradosso del Progetto Preliminare Complesso fissata in 165.2 m s.l.m., ne consegue un necessario rialzo compatibile della livelletta stradale per garantire la quota di sicurezza di intradosso della trave a 167.0 m s.l.m..**

13. PIANO DI MANUTENZIONE

Il presente capitolo ha la funzione di esplicitare nel dettaglio le pratiche da eseguire per l'esecuzione degli interventi di ripristino e/o di manutenzione delle opere idrauliche in progetto.

In generale gli obiettivi cui si deve fare riferimento nella predisposizione del piano di manutenzione sono:

- prevedere gli interventi di manutenzione necessari, con particolare riferimento alle opere realizzate, alle modalità di realizzazione delle stesse ed ai materiali impiegati;
- pianificare gli interventi di manutenzione, dando indicazione delle scadenze temporali da prevedersi per ciascun ambito manutentivo o manutenzione delle varie parti di opera realizzata;
- programmare le risorse necessarie al rispetto delle scadenze definite in fase di pianificazione per l'effettuazione degli interventi manutentivi.

Le azioni di cui sopra devono essere fissate per garantire non solo l'efficienza e la funzionalità dell'opera realizzata, ma anche il mantenimento del valore economico della stessa.

Così come previsto dal D.P.R. 554/99, il piano di manutenzione dell'opera è costituito dai seguenti documenti operativi:

- manuale d'uso;
- manuale di manutenzione;
- programma di manutenzione.

Nel caso specifico le opere da analizzare sono il rilevato stradale, i tombini, le difese in alveo.

Manuale d'uso

Per la dettagliata descrizione dei lavori, delle caratteristiche dell'opera in progetto, della geometria, del materiale, della funzionalità, nonché della collocazione delle opere nel contesto territoriale si rimanda alle relazioni specialistiche, agli elaborati grafici ed ai dettagli costruttivi facenti parte del progetto esecutivo, nonché agli eventuali elaborati di variante che saranno predisposti, in caso di necessità, a cura dalla Direzione dei Lavori.

Manuale di manutenzione

Parti d'opera a manutenzione omogenea	Materiali	Anomalie riscontrabili	Attività di manutenzione
Rilevati stradali	Terreno	Erosione al piede, erosione delle scarpate per azione della corrente	Ricarica e sistemazione mediante apporto di materiale terroso, riprofilatura scarpate e relativa semina, interventi di protezione attiva (materassini tipo "Reno", geotessili, lastroni in calcestruzzo gettati in opera o prefabbricati)
		Fenomeni di instabilità locale e globale	Consolidamento delle scarpate mediante il ripristino delle scarpate mediante l'apporto di materiale terroso, formazione di banche lato campagna e lato fiume per aumentare il coefficiente di sicurezza allo scivolamento, diminuzione delle pendenze delle scarpate
		Erosione per ruscellamento delle acque superficiali e meteoriche	Sistemazione delle scarpate, inerbimento, idrosemina, utilizzo di geotessili (biostuoie)
		Cedimento	Adeguamento del rilevato in sagoma
		Crescita di arbusti lungo le scarpate	Sfalcio, disboscamento, decespugliamento
		Filtrazione nel corpo arginale	Interventi per diminuire il flusso attraverso il corpo arginale (formazione di nuclei con materiali impermeabili, rivestimenti in calcestruzzo, rivestimenti con geotessili)
		Fossi di guardia	Pulizia dei fossi, ripristino delle sezioni, sfalcio e decespugliamento
Muri	Pietrame, calcestruzzo, cemento armato	Crollo, scalzamento, dislocazione	Recupero delle parti di muratura ammalorate, consolidamento fondazioni, recupero delle parti in c.a. anche mediante resine
Drenaggio piattaforma (tubazioni, canalette etc.)	Calcestruzzo, plastica, metallo	Rottura, corrosione, interrimento, ostruzione	Svuotamento, riparazione e/o sostituzione
Tombini	Calcestruzzo	Corrosione, ammaloramento, danneggiamento, intasamento	Svuotamento, riparazione, recupero
Inalveazioni	Terreno/Materassi reno	Erosione al piede, erosione delle scarpate per azione della corrente	Ricarica e sistemazione mediante apporto di materiale terroso, riprofilatura scarpate e relativa semina, interventi di protezione attiva (materassini tipo "Reno", geotessili, massi)
Difese sponda/briglie	Massi/materassi reno	Erosione al piede per azione della corrente	Ricarica e sistemazione mediante apporto di massi di caratteristiche uguali o superiori
		Fenomeni di instabilità locale e globale del paramento, cedimento	Ripristino mediante rifacimento di parte della difesa
		Formazione di buche nel terreno retrostante la difesa	Ricarica e costipamento con materiale naturale grossolano, tipo ciottolame e ghiaia
		Crescita di arbusti lungo le scarpate	Sfalcio, disboscamento, decespugliamento

Programma di manutenzione

Il Programma di Manutenzione definisce i controlli e gli interventi e le scadenze alle quali devono essere eseguiti al fine di una corretta gestione dell'opera.

Per mantenere in buono stato di conservazione ed efficienza il patrimonio delle opere in progetto, è necessario provvedere alle attività di seguito riportate:

- definizione del livello prestazionale che l'opera realizzata può garantire secondo i dati progettuali, ed eventualmente quali accorgimenti siano stati introdotti per la loro verifica di campo;
- verifiche e controlli dello stato di manutenzione delle opere; tali operazioni devono essere svolte da personale competente, qualificato ed attrezzato, in relazione al tipo di opera e di intervento previsto;
- manutenzione ordinaria (o programmata) delle opere;
- manutenzione straordinaria delle opere.

Sottoprogramma delle prestazioni

La sezione del Programma di Manutenzione è subordinata a quanto previsto dagli enti gestori della strada in merito ai requisiti minimi prestazionali delle opere.

Il sistema oggetto di realizzazione potrà essere agevolmente monitorato visivamente dagli Addetti dell'Ente gestore indicato.

I lavori sono mirati alla difesa delle pile in alveo e delle pile/spalle in zona golenale dall'erosione al piede e alla regimazione del corso d'acqua in modo da garantire un buon regime idraulico all'intero sistema.

Gli obiettivi perseguiti sono:

- garantire la stabilità strutturale del rilevato stradale nei confronti di eventi alluvionali;
- mantenere efficiente il sistema di drenaggio e smaltimento idraulico.

Sottoprogramma dei controlli

Le verifiche e i controlli devono essere eseguiti da personale esperto, qualificato ed idoneamente attrezzato in relazione alla categoria di opera da mantenere, in grado di eseguire i controlli previsti ed in particolare quanto segue:

- ispezionare periodicamente le opere realizzate;
- verificare eventuali malfunzionamenti;
- verificare l'integrità dei paramenti spondali o dei muri in C.A., al corpo di fondazione e al corpo mantellata;
- verificare presenza di erosione/scavi;
- verificare presenza di assestamenti del terreno;
- verificare ostruzioni e/o interrimento dei tombini.

Ogni operazione deve essere svolta nel rigoroso rispetto di fondamentali norme atte a tutelare l'incolumità degli operatori addetti ad opere di manutenzione; per questo dovranno essere adottate tutte le precauzioni idonee ad evitare qualunque tipo di rischio per la circolazione veicolare.

Di seguito si riporta una scheda "tipo" di verifica e controllo che dovrà essere utilizzata dal personale tecnico responsabile della gestione manutentiva dell'opera.

Ad ogni ispezione diretta dovrà essere compilata da parte del personale preposto una dettagliata relazione di consistenza delle opere.

Si riporta una tabella ad indicare la frequenza delle verifiche per le opere in progetto:

PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI							Scheda n.
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI							Data verifica
Scheda di verifica e controllo							
Tipo (compartimento)	Indispensabile		Cadenza	Ditta	Anomalie da verificare	% diminuzione	Osservazioni
	SI	NO		incaricata		livello prestazionale	
1	2	3	4	5	6	7	8
Rilevato - Corpo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Cedimento		
Rilevato - Paramenti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Erosione, infiltrazione cedimento		
Rilevato - Fondazioni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Cedimento/ scalzamento		
Muri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Cedimento strutturale/ dissesto/ scalzamento		
Drenaggio piattaforma	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Ostruzioni e/o interrimento		
Tombini	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Ostruzioni e/o interrimento		
Difese sponda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dopo evento alluvionale	Specializzata	Cedimenti		

Sottoprogramma degli interventi

Per quanto riguarda il sottoprogramma degli interventi il presente piano non prevede specifiche manutenzioni programmate dedicate specificatamente alle opere di progetto; eventuali manutenzioni "specifiche", come già ricordato in precedenza, saranno effettuate "secondo condizione" ovvero "a guasto" e previste in seguito alle ispezioni realizzate in conformità con lo scadenziario predisposto.

L'attività di sfalcio vegetazionale sarà concordata con l'Ente gestore.

ALLEGATI

INDICE

1. ALLEGATO 1 – DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

2. ALLEGATO 2 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE ANTE – OPERAM)

- 2.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario:
livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli
idrici (TR 200 anni)
- 2.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario:
livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli
idrici (TR 500 anni)
- 2.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario:
livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli
idrici (TR 200 anni)
- 2.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario:
livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli
idrici (TR 500 anni)
- 2.5 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario:
livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli
idrici (TR 200 anni)
- 2.6 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam – Scenario:
livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli
idrici (TR 500 anni)

3. ALLEGATO 3 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE POST – OPERAM)

- 3.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario:
livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas

Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)

- 3.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 3.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
- 3.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 3.5 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
- 3.6 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)

4. ALLEGATO 4 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE PROVVISORIALE)

- 4.1 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici ($Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$)
- 4.2 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 2 anni)
- 4.3 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)

- 4.4 Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)

5. ALLEGATO 5 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA
(CONFIG. PROGETTO PRELIMINARE COMPLESSO)

- 5.1. Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
- 5.2. Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 5.3. Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
- 5.4. Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)
- 5.5. Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 200 anni)
- 5.6. Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC – Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i livelli idrici (TR 500 anni)

ALLEGATO 1

DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

1. DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

Il modello di simulazione implementato da HEC-RAS (River Analysis System) presso l'Hydrologic Engineering Center dell'United States Army Corps of Engineers, consente il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario in reti di canali naturali o artificiali.

Con tale modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico, supercritico e misto e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, opere in alveo, ostacoli al flusso e costruzioni presenti lungo le sponde.

Come noto, le equazioni utilizzate per valutare le perdite di carico e quindi il profilo di rigurgito di una corrente variano a seconda del tipo di corrente. Per correnti che si mantengono o sempre lente o sempre veloci in un determinato tratto, si è utilizzata l'equazione della conservazione dell'energia totale.

1.1 CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA TOTALE

Isolando un tratto di corrente e indicando con 1 e 2 le sezioni a monte e a valle del tratto, si è definita l'equazione dell'energia, in riferimento alla Figura 1, nel modo seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove

h_e , perdite di energia;

V_i , velocità media nella sezione, pari al rapporto tra portata totale ed area totale;

α_i , coefficienti legati alla distribuzione della velocità nella sezione

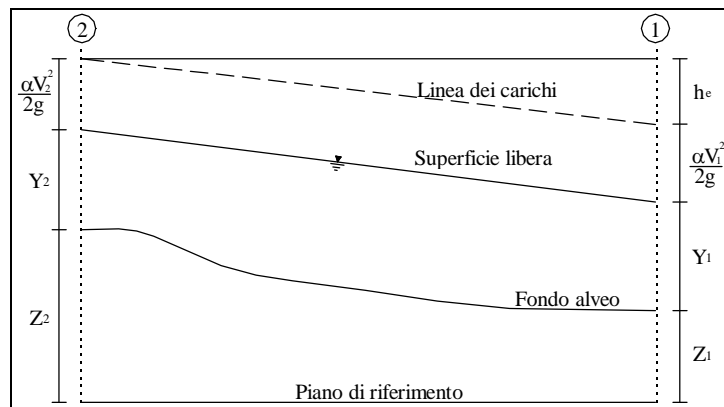


Figura 1 Schema di calcolo

La perdita di carico h_e presente tra due sezioni è causata prevalentemente dalla perdita per attrito o per le variazioni di velocità intrinseche nelle zone di espansione o contrazione della corrente. Indicando con J la cadente piezometrica e con C un coefficiente che tiene conto del fenomeno dell'espansione o contrazione, le perdite di pressione sono state pertanto calcolate nel modo seguente:

$$h_e = LJ + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

Il coefficiente C di espansione o contrazione è stato valutato, in funzione del tipo di transizione che si determina, in accordo alla seguente tabella.

Tabella 1 - Coefficiente di contrazione o espansione

C	Contrazione	Espansione
Nessuna transizione	0,0	0,0
Transizione graduale	0,1	0,3
Sezione tipica di un ponte	0,3	0,5
Rapida transizione	0,6	0,8

La presenza di una espansione o di una contrazione è valutata confrontando la velocità a monte e a valle della sezione considerata. In particolare, se la velocità a monte risulta maggiore della velocità a valle, nella sezione si attesta un'espansione del canale; viceversa una contrazione.

La cadente piezometrica J e il coefficiente di ragguglio dell'energia cinetica adimensionale α_i , che compaiono nelle equazioni (1) e (2), vengono espresse in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente nel seguente modo.

La pendenza d'attrito J viene calcolata come rapporto tra la portata media Q ed il coefficiente medio di resistenza K .

$$J = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 \quad \text{con} \quad K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3} \quad (3)$$

dove

n , coefficiente di scabrezza di Manning;

A , area della sezione;

R , raggio idraulico.

Per portare adeguatamente in conto la frequente circostanza di sezione caratterizzata da zone a differente scabrezza (tipica in particolare degli alvei a banchina e savanella), i valori della conveyance per ciascuna area golendale sono ottenuti come somma dei rispettivi valori parziali (Figura 2). Il canale principale è invece trattato come un unico elemento dotato di un solo valore

di conveyance. Il valore finale ragguagliato di K per l'intera sezione è ottenuto come somma dei tre contributi parziali (sinistra, canale, destra).

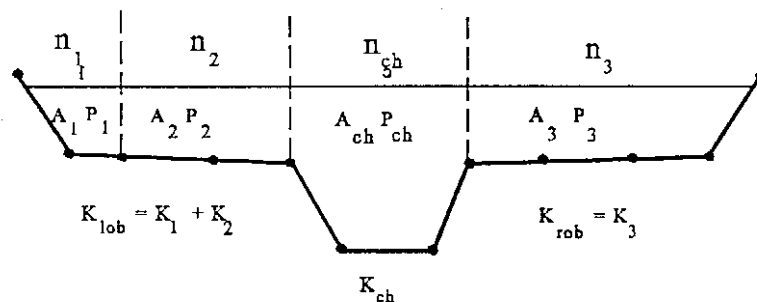


Figura 2 Procedura di calcolo della conveyance

Per ciò che concerne invece il coefficiente di ragguaglio α , poiché coerentemente con la citata ipotesi di corrente monodimensionale, ad ogni sezione resterà associata una sola superficie libera e di conseguenza una sola altezza cinetica. In particolare, per un dato valore del tirante idrico nella sezione, l'altezza cinetica viene calcolata come valor medio pesato alla portata fra quelli associati alle tre sottosezioni: goleni sinistra, canale, goleni destra. Una semplice schematizzazione del modello, nel caso di assenza di goleni sinistra è riportato in Figura 3. In pratica l'altezza cinetica è calcolata mediante la relazione:

$$\alpha \cdot \frac{\bar{V}^2}{2g} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot \left(\frac{V_i^2}{2g} \right)}{Q_{tot}} \quad (4)$$

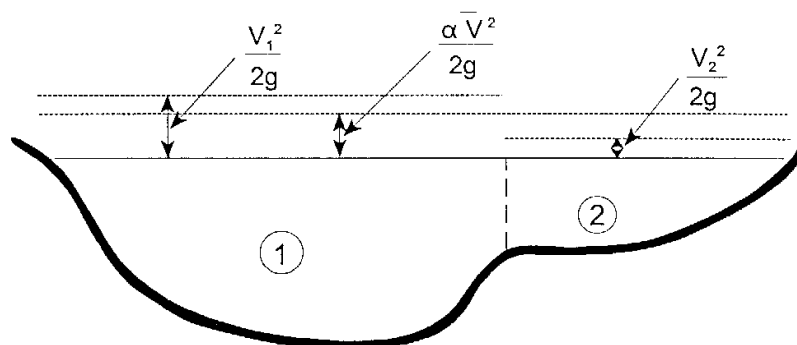


Figura 3 Suddivisione in sottosezione con eguale velocità della corrente

Dalla precedente relazione pertanto il coefficiente di ragguaglio risulta quindi:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot V_i^2}{Q \cdot V^2} \quad (5)$$

L'incognita della (1) è la quota idrometrica (Y+Z), che il programma di calcolo determina con il metodo della secante applicato all'equazione del bilancio energetico.

La procedura risulta iterativa e si svolge attraverso i seguenti passi:

- Si assume una quota idrica $(Y+Z)_{ass.2}^1$ di primo tentativo per la sezione incognita, di monte nel caso di moto lento o di valle per corrente rapida;
- Basandosi sull'assunzione della quota idrica si determinano i corrispondenti termini cinetici;
- Valutata la pendenza J, si risolve l'equazione per calcolare le perdite h_e nel tratto;
- Dai valori ottenuti viene effettuato il calcolo della corrispondente quota idrica da confrontare con la quota assunta all'inizio del processo iterativo determinando l'errore commesso.

Il programma ripeterà i passaggi descritti fino al momento in cui l'errore risulterà minore della tolleranza, imposta di default come 0.003 m.

Le equazioni utilizzate per i primi due tentativi sono:

$$(Y + Z)_{calc.2}^1 = E_1 + h_e - \left(\alpha \frac{V^2}{2g} \right)_2 \quad (6)$$

Equazione per la determinazione della quota calcolata:

$$err^1 = (Y + Z)_{ass.2}^1 - (Y + Z)_{calc.2}^1 = E_2 - (E_1 + h_e) \quad (7)$$

Errore della prima iterazione:

$$(Y + Z)_{ass.2}^2 = (Y + Z)_{ass.2}^1 - 0.70 \cdot err^1 \quad (8)$$

Valore assunto per la seconda iterazione:

$$err^2 = (Y + Z)_{ass.2}^2 - (Y + Z)_{calc.2}^2 = E_2 - (E_1 - h_e) \quad (9)$$

Errore della seconda iterazione.

Mentre per il calcolo dei tentativi successivi viene applicata la formula del metodo della secante, nella forma:

$$(Y+Z)_{ass.2}^I = (Y+Z)_{ass.2}^{I-1} - err^{I-1} \cdot \frac{(Y+Z)_{ass.2}^{I-1} - (Y+Z)_{ass.2}^{I-2}}{err^{I-1} - err^{I-2}} \quad (10)$$

Nel caso in cui il numero delle iterazioni necessarie raggiunga il valore massimo impostato (20 di default) senza soddisfare la tolleranza, si confronterà con la quota $(Y+Z)_{crit}$, corrispondente alle condizioni critiche della sezione, il valore della quota al quale nelle varie iterazioni compiute corrisponde il valore minimo di errore, $(Y+Z)_{min_err}$.

Se da tale confronto risulta un corretto posizionamento della quota rispetto la quota critica ($(Y+Z)_{min_err} > (Y+Z)_{crit}$ per profili in corrente lenta e $(Y+Z)_{min_err} < (Y+Z)_{crit}$ per profili in corrente veloce) e l'errore associato a $(Y+Z)_{min_err}$ sia inferiore ad una seconda tolleranza impostata maggiore della precedente (0.1 di default), il valore $(Y+Z)_{min_err}$ è assunto come soluzione; nel caso in cui, invece, l'errore corrispondente non soddisfi la seconda tolleranza oppure la posizione risulti non corretta rispetto alla quota critica, la soluzione assunta è l'altezza critica.

Si osserva dunque che indipendentemente dal tipo di condizione imposta per la risoluzione del moto del profilo, moto subcritico o moto supercritico, il profilo può risultare costituito da tratti validi con il pelo libero superiore alla quota critica, intervallati da altri tratti in cui il profilo coincide con quest'ultima.

1.2 EQUAZIONE DELLA CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO

L'equazione della conservazione dell'energia totale (1) ha validità solo nel caso di correnti gradualmente variate all'interno del ramo in esame. In particolare viene applicata nel caso di corrente ovunque subcritiche o supercritiche. Qualora all'interno di un ramo si verificasse il passaggio da corrente veloce a lenta, con perdita della gradualità del movimento, è necessario impostare una risoluzione del codice di calcolo tramite un regime di corrente mista. Per tale metodo di calcolo è necessario assegnare due condizioni al contorno: una a monte ed una a valle. In tal caso la determinazione del profilo avviene secondo un procedimento nel quale si utilizza il teorema della quantità di moto per la localizzazione dell'eventuale risalto idraulico.

La grandezza che regola il regime di corrente mista è la spinta totale composta dalla spinta idrostatica (P_i) e idrodinamica della corrente ($Q\rho\Delta V$).

$$S_{tot} = \gamma \bar{A} Y \cos \theta + Q\rho V_x \quad (10)$$

Applicando l'equazione globale dell'equilibrio dinamico al volume di controllo compreso tra le sezioni 1-2, in cui la corrente si suppone gradualmente variata, (Figura 4) e proiettandola lungo l'asse x, si ottiene

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (11)$$

dove si è indicato con

P_i , spinta idrostatica sulla sezione i ;

W_x , componente della forza peso nella direzione del moto;

F_f , forza d'attrito lungo la superficie di contorno del volume di controllo;

Q , portata complessiva (supposta costante);

ρ , densità del fluido;

ΔV_x , variazione della velocità tra le due sezioni.

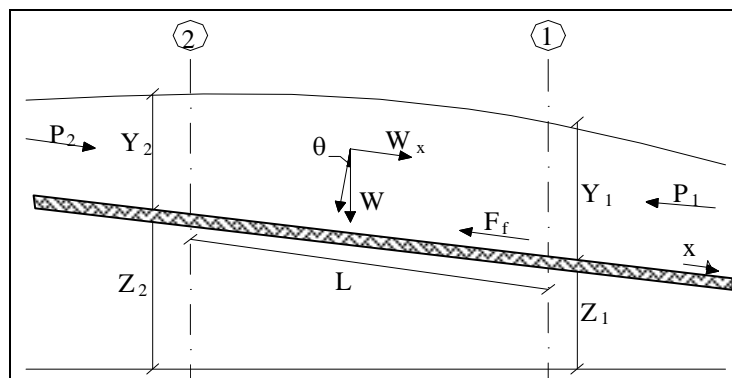


Figura 4 Schema di calcolo

I termini idrostatici per pendenze dell'ordine di 1 a 10 sono valutabili come

$$P = \gamma \bar{A} \bar{Y} \cos \theta \cong \gamma \bar{A} \bar{Y} \quad (12)$$

potendo porre, per le pendenze in esame, $\cos \theta = 1$.

Nella relazione (12) γ corrisponde al peso specifico del fluido, A l'area della sezione ed \bar{Y} l'altezza del pelo libero nel baricentro della sezione.

La componente della forza peso, noto il peso specifico del fluido, la lunghezza L del tronco e l'area totale di fluido presente, è stata valutata nel modo seguente:

$$W = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \Rightarrow W_x = W \cdot \sin \theta \quad (13)$$

La forza d'attrito F_f è funzione delle caratteristiche del fluido come la densità dell'acqua, l'azione tangenziale che si esplica sul letto del fiume e la cadente piezometrica J .

In particolare:

$$F_f = \tau PL$$

$$\tau = \gamma R J \Rightarrow F_f = \gamma \frac{A}{P} J PL = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot JL \quad (14)$$

dove P ed R sono rispettivamente il perimetro bagnato ed il raggio idraulico della sezione.

La soluzione dell'equazione (10) avviene per iterazioni successive. Vengono quindi calcolati tutti i profili sia in regime di corrente subcritica, partendo dalla sezione di valle e procedendo a ritroso fino alla sezione di monte, sia in regime supercritico partendo dalla sezione di monte con la condizione imposta, determinando nel primo caso $S_{tot,sub}$ e nel secondo $S_{tot,super}$. Le sezioni in cui la soluzione è posta uguale alla quota critica $(Y+Z)_{crit}$ vengono salvate in memoria.

Successivamente si controlla che $S_{tot,super}$ sia maggiore della $S_{tot,sub}$. Se risulta $S_{tot,super} > S_{tot,sub}$ allora è valida la condizione supercritica ed inizia il calcolo del profilo di corrente veloce verso valle controllando che in ogni sezione permanga verificata la disuguaglianza.

Se invece nella sezione di monte è $S_{tot,super} < S_{tot,sub}$, è valida la soluzione subcritica, e il programma ricerca la prima sezione verso valle, conservata in memoria, in cui la soluzione in regime subcritico era stata posta uguale alla quota critica. Da qui ha inizio il calcolo di un profilo di corrente rapida verso valle che è valido finché non si arriva ad una sezione con una soluzione subcritica alla quale corrisponde una $S_{tot,super} < S_{tot,sub}$.

Si assume quindi che, fra questa sezione e quella precedente si verifichi un risalto idraulico, con transizione da corrente veloce a corrente lenta e si prosegue con lo stesso criterio fino ad arrivare alla sezione di valle.

Nella Figura 5 è rappresentata una parte del profilo dove si verifica il passaggio dal regime supercritico a quello subcritico, che può verificarsi in regime di corrente mista.

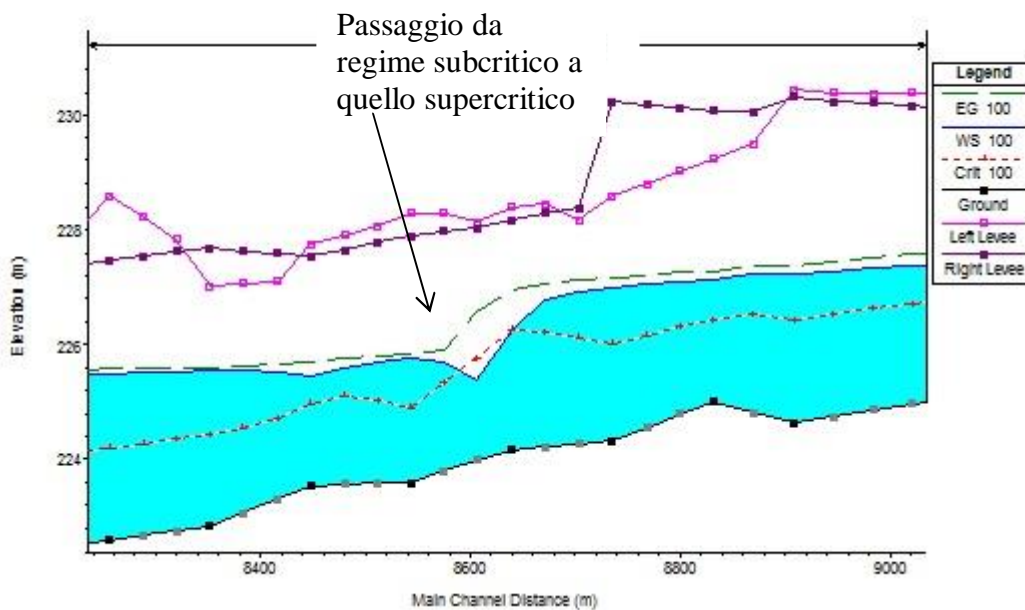


Figura 5 Profilo calcolato in regime di corrente mista

Le equazioni (1) e (11) sono state applicate anche alle sezioni caratterizzate dalla presenza di un ponte. E' stato sufficiente suddividere il tratto interessato in più sezioni e ripetere per la successione di esse l'analisi svolta per il tratto delimitato da sole due sezioni.

Prendendo un tratto caratterizzato dalla presenza di un ponte, Figura 4 e Figura 5, si evidenziano 3 zone:

- una zona di contrazione;
- una zona intermedia interessata dalla presenza del ponte;
- una zona di espansione.

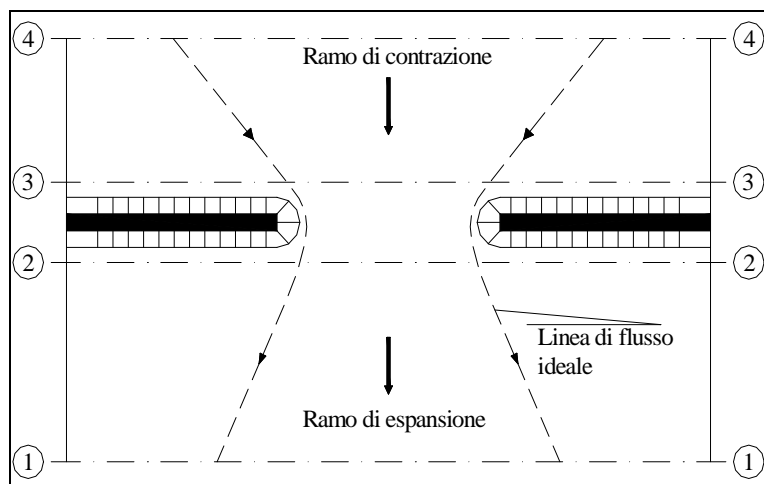


Figura 5 Pianta schematica di un attraversamento fluviale

L'applicazione dell'equazione della conservazione della quantità di moto tra le sezioni 1-2 e 3-4 è del tutto analoga alla situazione vista in precedenza mentre la presenza del ponte comporta termini nuovi nella valutazione dell'equilibrio tra le sezioni 2-BD (Step 1), BD-BU (Step 2) ed BU-3 (Step 3).

Step 1; definendo con A_{pi} l'area ostruita ed con Y_{pi} la distanza verticale che intercorre tra il baricentro delle pile e la superficie libera nella zona di valle, l'espressione del bilancio è la seguente:

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} = \frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 Y_2 - A_{p_{BD}} Y_{p_{BD}} + F_f - W_x \quad (15)$$

Step 2; equilibrio tra BU e BD:

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} + F_f - W_x = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} \quad (16)$$

Step 3 ; equilibrio tra BU e 3:

$$\frac{Q_3^2 \beta_3}{gA_3} + A_3 Y_3 = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{gA_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} - A_{P_{BU}} Y_{P_{BU}} + F_f - W_x + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{P_{BU}} Q_3^2}{gA_3^2} \quad (17)$$

con C_D coefficiente di resistenza idrodinamica intorno alla pila ricavabile dalla tab. 2 in funzione del tipo di pila presente.

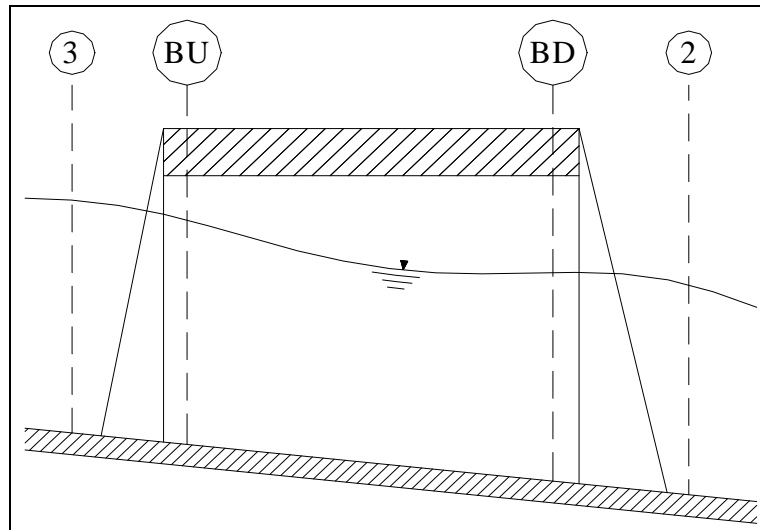


Figura 6 Sezione schematica di un attraversamento fluviale

Tabella 2 - Coefficiente di resistenza idrodinamico C_D

TIPO DI PILA	C_D
Pila circolare	1.2
Pila allungata con punta semicircolare	1.33
Pila ellittica con rapporto assi 2 :1	0.6
Pila ellittica con rapporto assi 4 :1	0.32
Pila ellittica con rapporto assi 8 :1	0.29
Pila rettangolare	2.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 30^\circ$	1.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 60^\circ$	1.39
Pila triangolare con apertura $\alpha = 90^\circ$	1.60
Pila triangolare con apertura $\alpha = 120^\circ$	1.72

In alternativa all'equazione della conservazione della quantità di moto il software permette anche di utilizzare l'equazione di Yarnell (non utilizzata per i casi specifici) che permette di valutare le perdite di energia localizzate in corrispondenza di un ponte.

Con riferimento alle Figura 4 e Figura 5, le perdite di energia tra le sezioni 2 e 3 sono state valutate nel modo seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15\alpha^4) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (18)$$

dove H_{i-j} rappresenta appunto la perdita di energia nel passaggio della corrente attraverso la sezione ostruita e K , coefficiente di Yarnell, tiene conto delle differenti sagome di pila esistenti, tabella 3;

Tabella 3 - Coefficiente di Yarnell

TIPO DI PILA	K
Pila semicircolare in punta	0.9
Pila cilindrica doppia collegata con diaframma	0.95
Pila cilindrica doppia senza diaframma	1.05
Pila con punta triangolare $\alpha = 90^\circ$	1.05
Pile rettangolari	1.25
Dieci pile a cavalletto inclinate	2.5

ω rappresenta il rapporto tra l'altezza ed il tirante della sezione 2; α il rapporto tra l'area ostruita dalle pile e l'area totale ed infine V_2 la velocità a valle della sezione.

Il modello elaborato prevede una corrente con un'altezza idrica minore dell'altezza di intradosso del ponte. Nel caso di correnti con altezza idrica superiore o eguale alla quota di intradosso dell'attraversamento fluviale, la valutazione delle perdite di energia è effettuata attraverso il calcolo della portata che attraversa la sezione. In particolare, in riferimento ad un caso generico, Figura 6, la portata è calcolata nel modo seguente:

$$Q = C_d A_1 \left[2g \left(Y_1 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \right]^{1/2} \quad (19)$$

dove

C_d , coefficiente di deflusso il cui andamento è riportato nel grafico di Figura 7, assumendo valori tra 0,27 e 0,5;

A_1 , area della luce nella sezione di monte;

Y_1 , altezza idrica della sezione di monte;

α , coefficiente correttivo cinetico;

V_1 , velocità della corrente a monte.

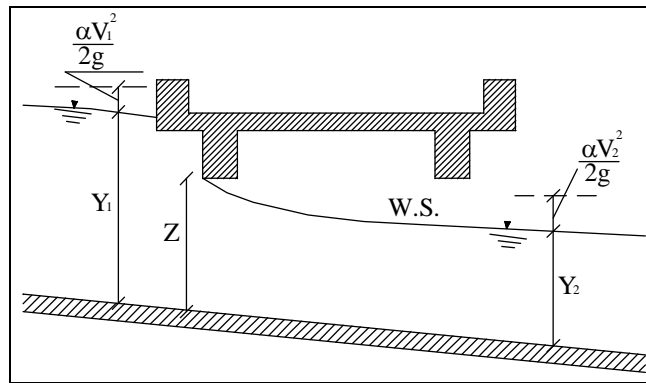


Figura 7 Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

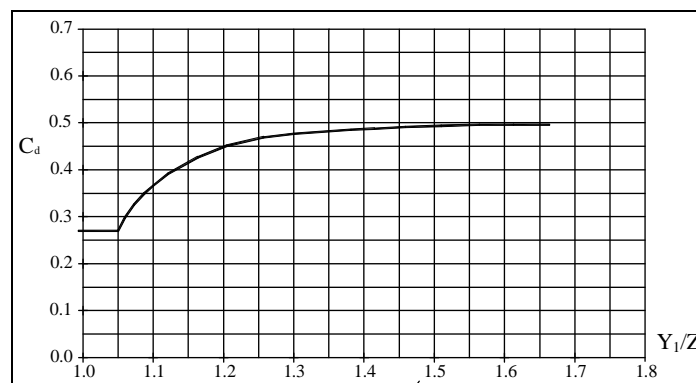


Figura 8 Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso Cd

Se il ponte è in pressione sia a monte che a valle l'equazione (19) è corretta nel modo seguente:

$$Q = CA\sqrt{2gH} \quad (20)$$

dove C assume il valore di 0.8 ed H coincide con la perdita di energia totale tra la sezione di monte e di valle del ponte come indicato in Figura 9.

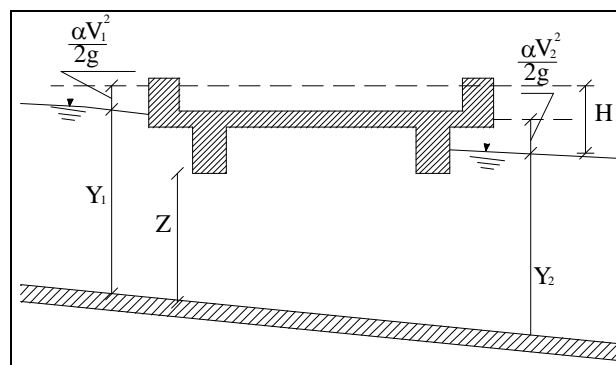


Figura 9 Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

Infine se il ponte è superato dalla corrente di piena, Figura 10, la portata si calcola nel modo seguente:

$$Q = CLH^{2/3} \quad (21)$$

con C si indica un coefficiente correttivo della portata, L la lunghezza del ponte ed H la differenza di energia tra monte e valle.

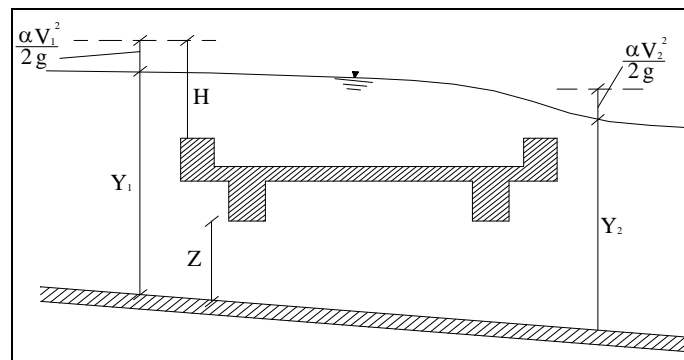


Figura 10 Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

ALLEGATO 2

RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI
BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE ANTE – OPERAM)

ALLEGATO 2.1

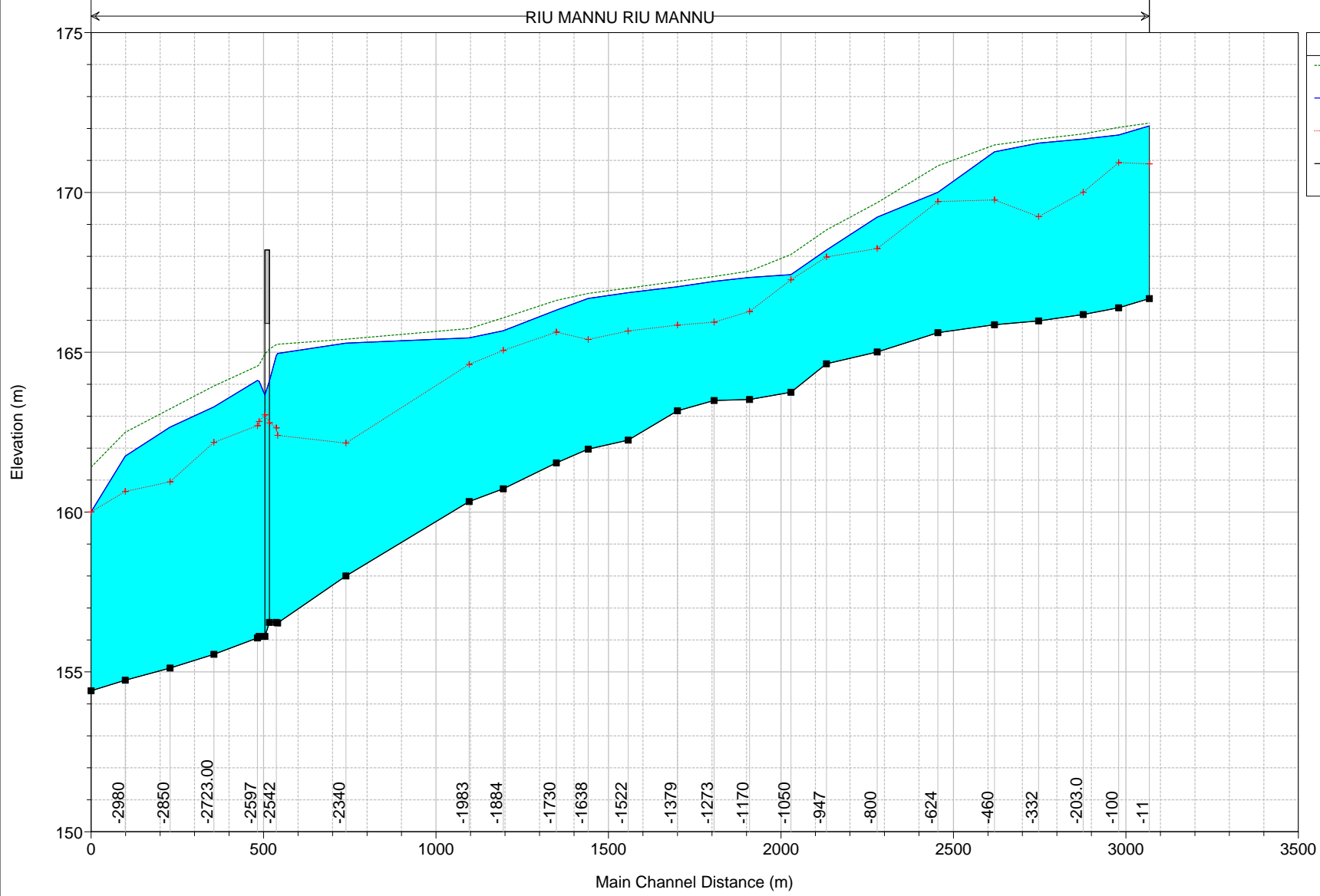
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: ANTE_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.3	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	219.7	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.07	167.34	166.28	1.06	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.3	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.8	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.88	167.05	165.85	1.20	0.31	167.22	1.8	1.8	3.4	54.6	2.00
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.61	166.86	165.67	1.19	0.27	167.00	1.5	1.7	3.1	38.7	2.19
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.71	166.68	165.40	1.28	0.31	166.84	1.7	1.8	3.2	50.1	2.29
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.78	166.32	165.63	0.69	0.44	166.62	2.6	2.4	3.4	108.1	1.92
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	4.94	165.67	165.06	0.61	0.48	166.08	2.8	2.8	3.6	128.3	2.22
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.12	165.45	164.62	0.83	0.40	165.74	2.4	2.4	3.6	91.6	2.10
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.28	165.29	162.16	3.13	0.17	165.41	1.3	1.5	6.3	23.9	3.95
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	155.53	8.43	164.96	162.40	2.56	0.35	165.25	2.5	2.1	5.5	90.0	1.93
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	8.35	164.90	162.63	2.27	0.38	165.24	2.7	2.5	5.3	106.1	2.17
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	7.98	164.09	162.83	1.26	0.51	164.60	3.4	3.0	4.4	173.4	2.01
RIU MANNU	-2597	TR 200	2076.0	156.06	8.06	164.12	162.70	1.42	0.48	164.57	3.1	2.8	4.1	146.7	2.12
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	7.74	163.29	162.18	1.11	0.63	163.94	3.6	3.5	3.3	211.9	2.18
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	7.54	162.66	160.95	1.71	0.54	163.23	3.4	3.4	3.9	175.1	3.92
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	7.01	161.75	160.65	1.10	0.65	162.50	3.8	3.8	3.5	235.0	3.54
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	5.60	160.01	160.01	0.00	1.00	161.40	5.2	5.2	2.8	478.9	2.78

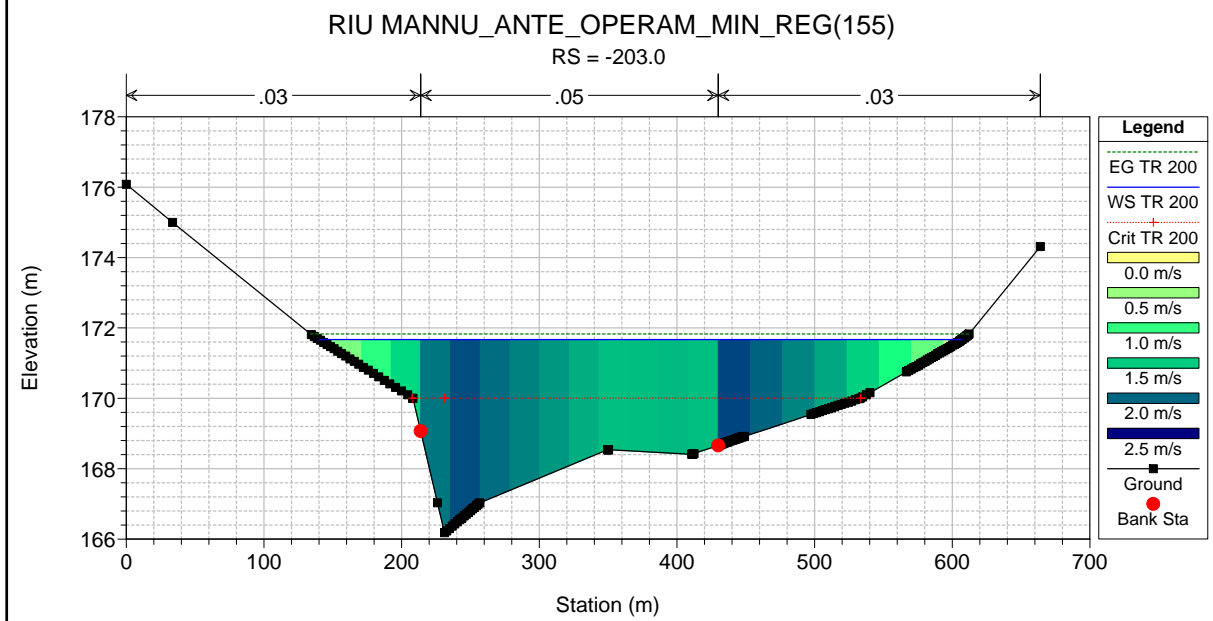
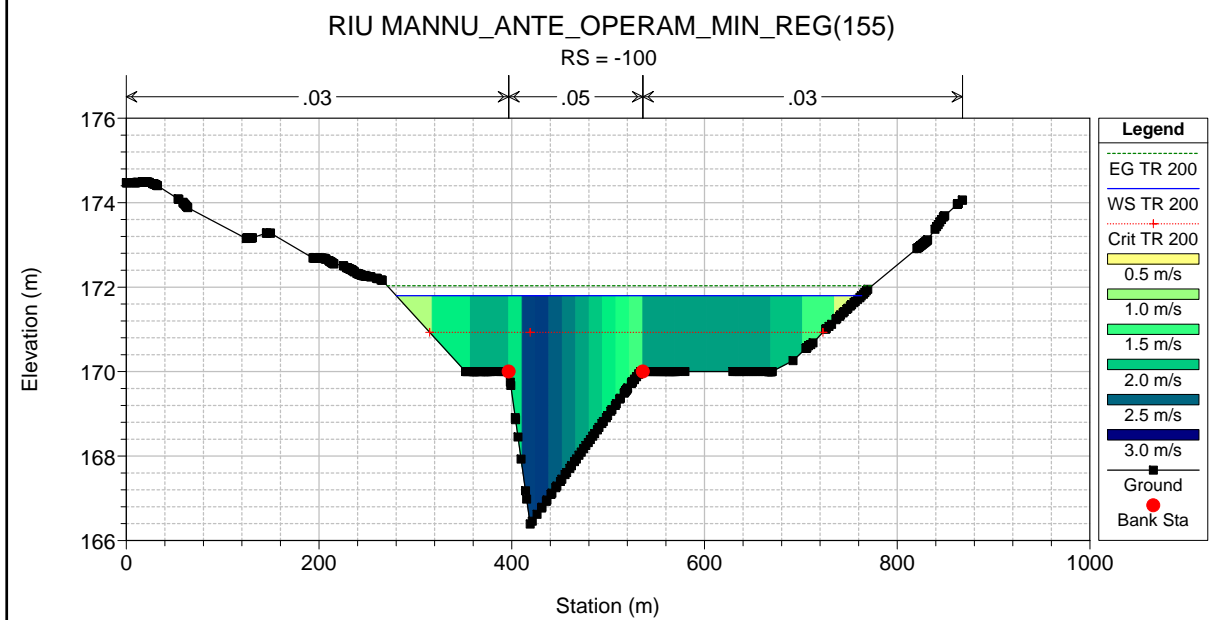
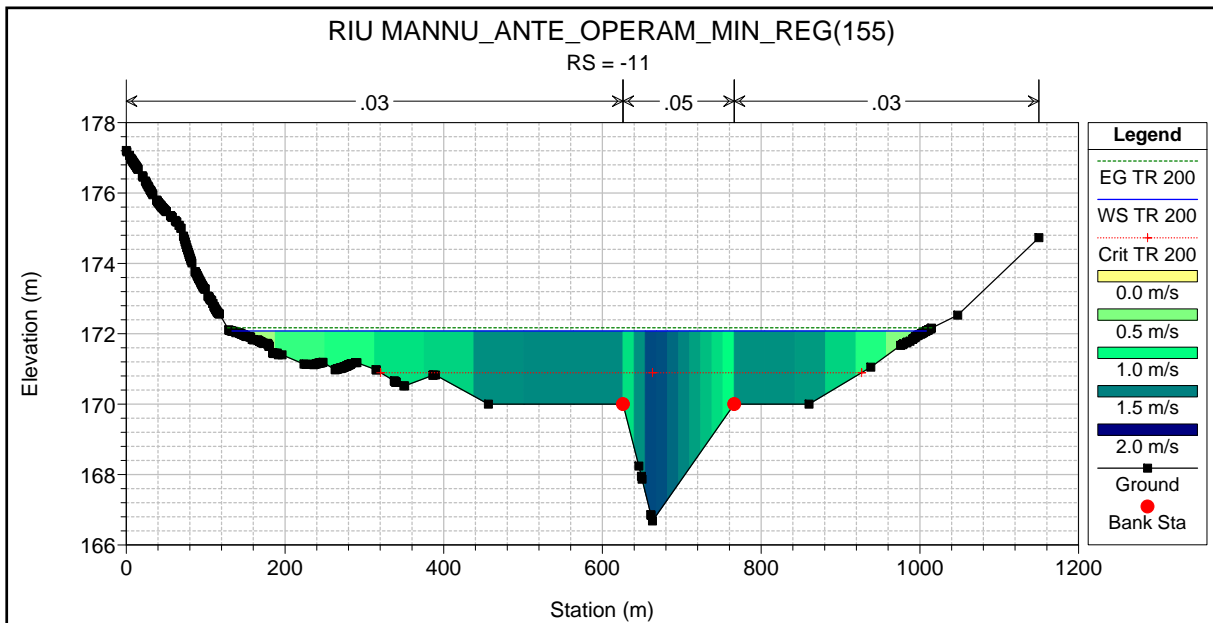
RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MIN_REG(155)

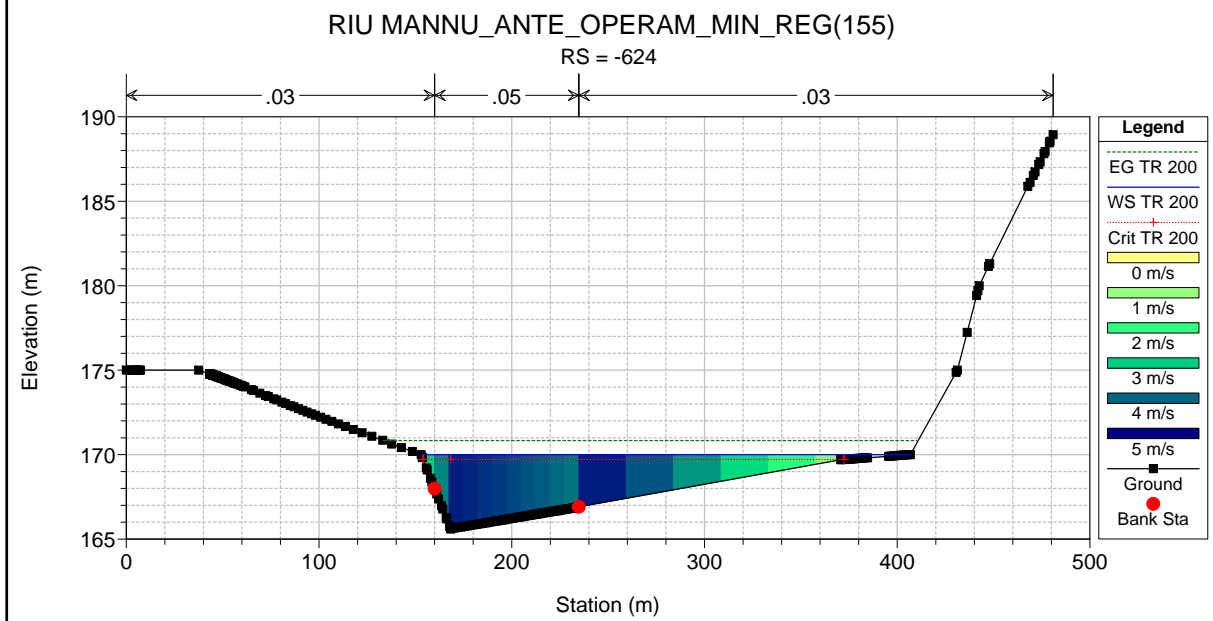
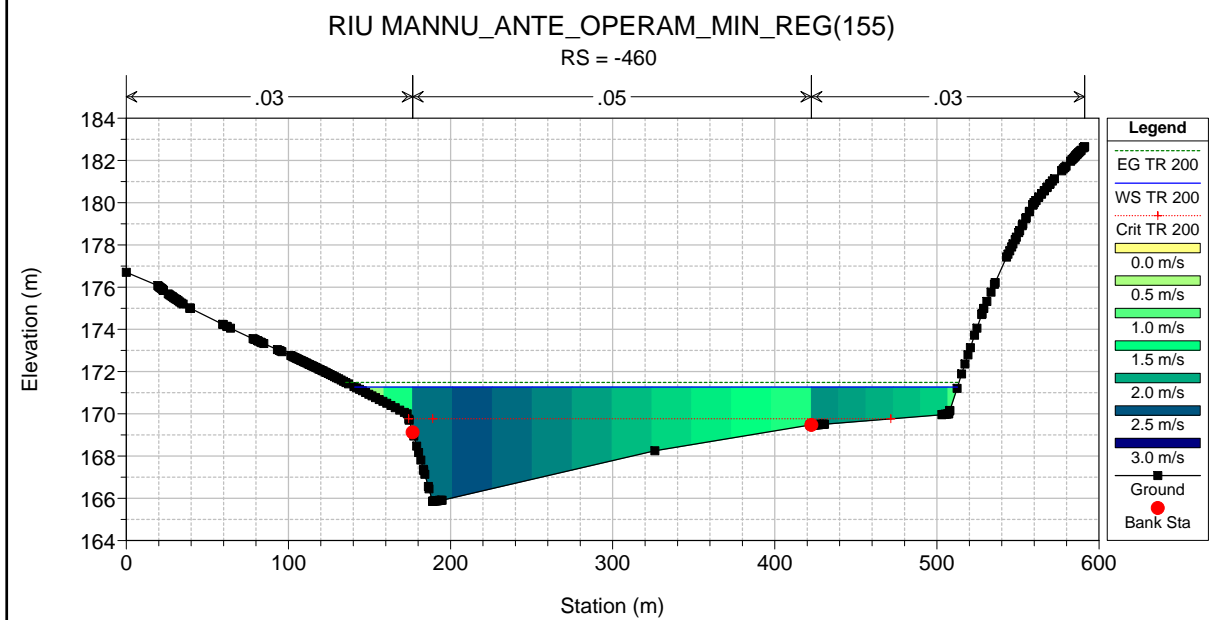
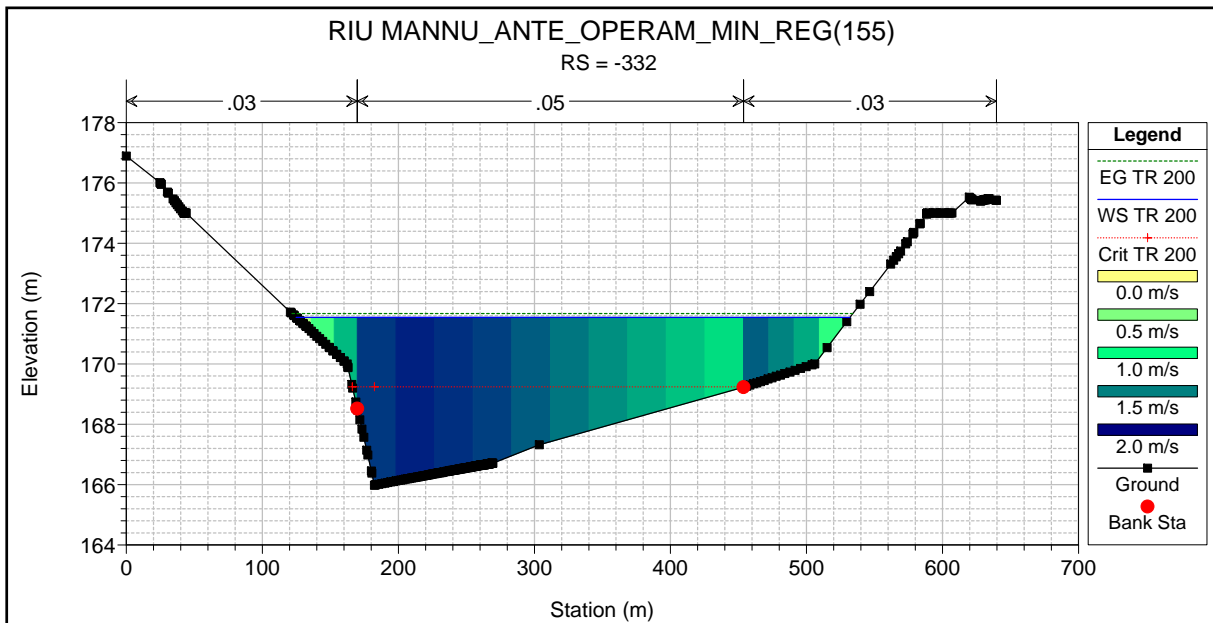
RIU MANNU RIU MANNU

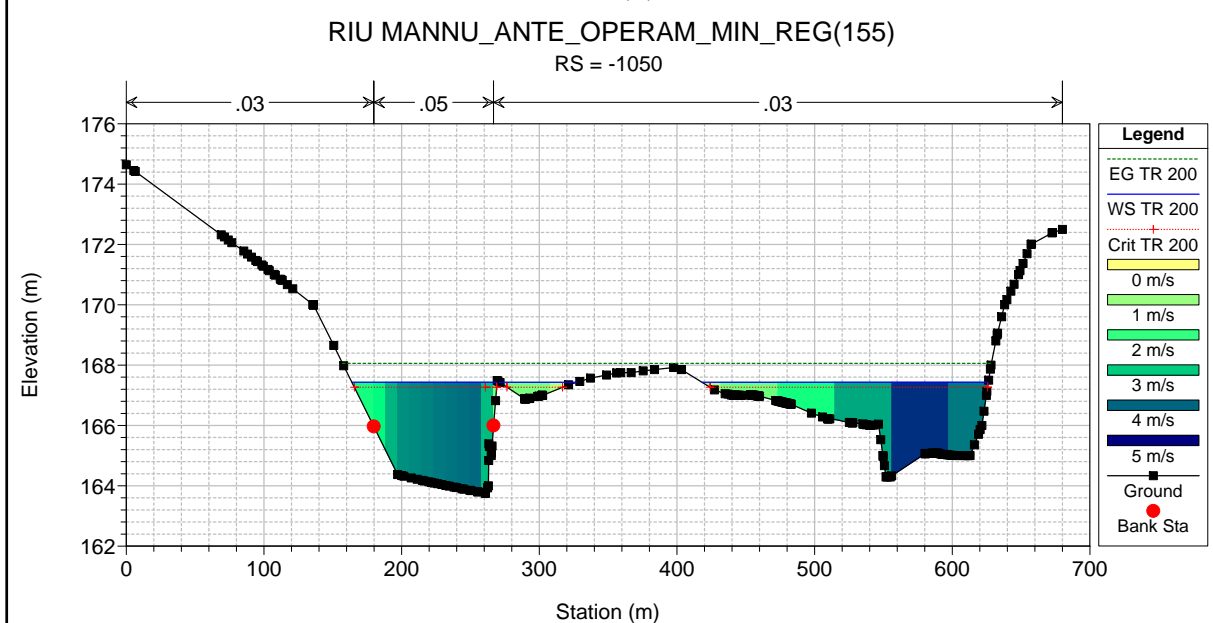
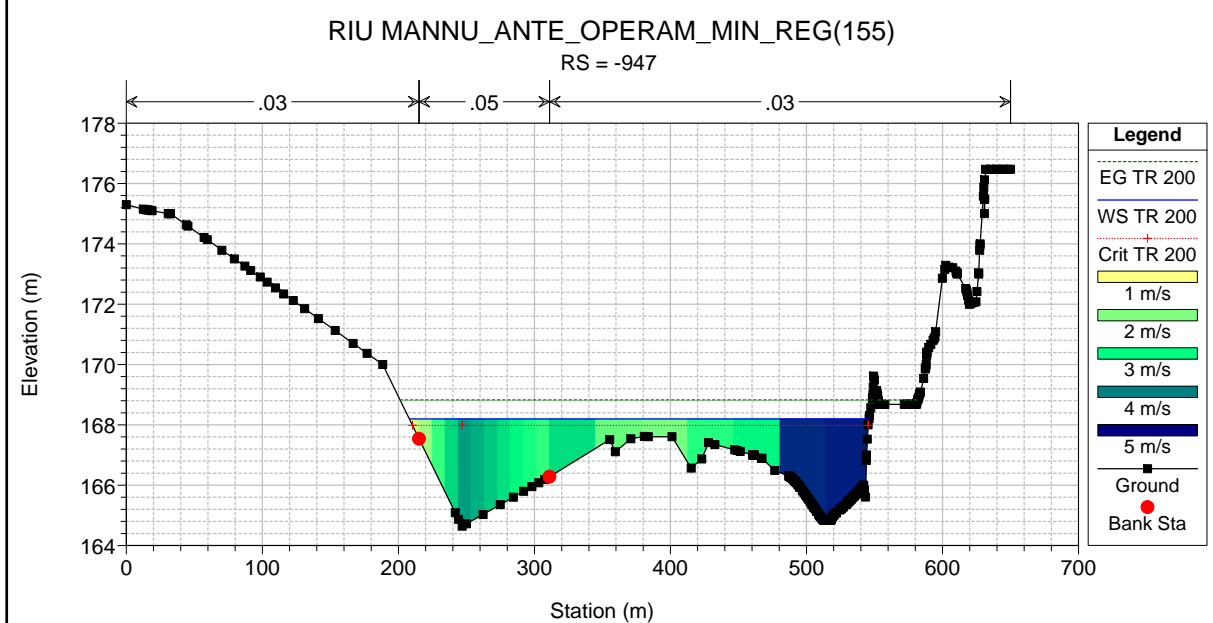
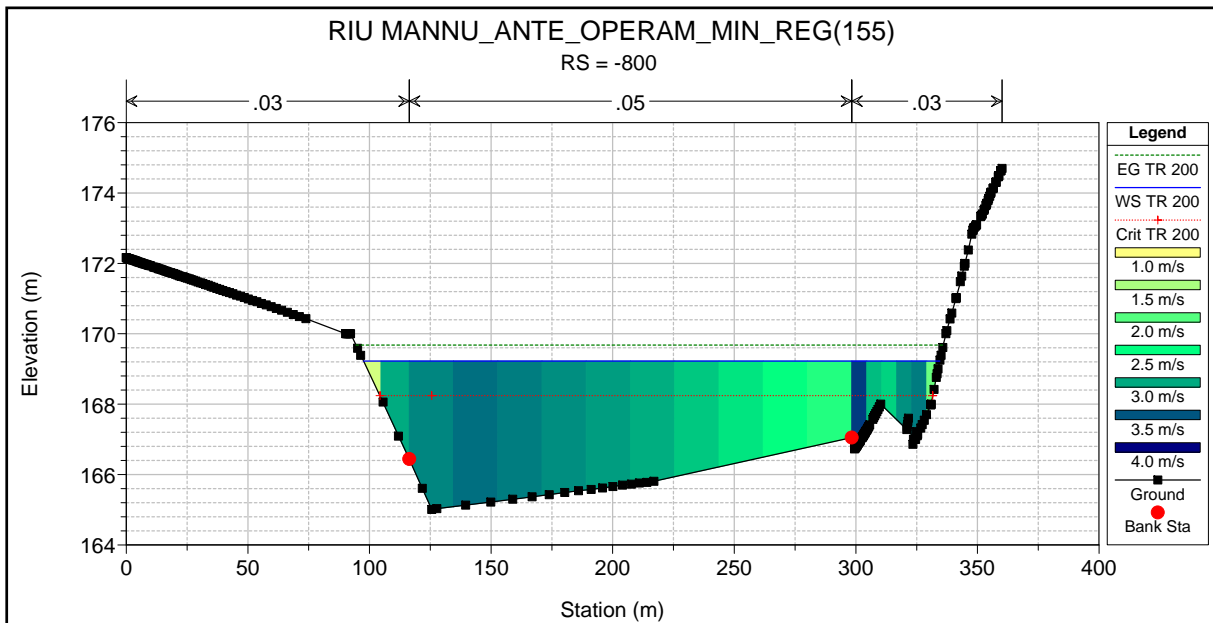


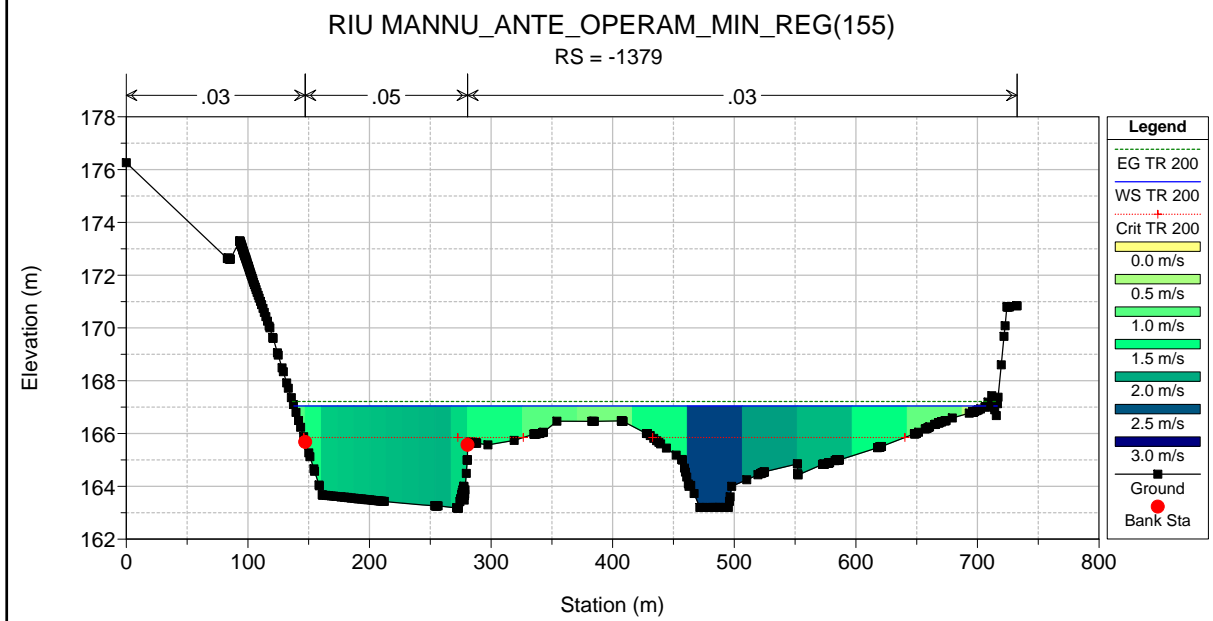
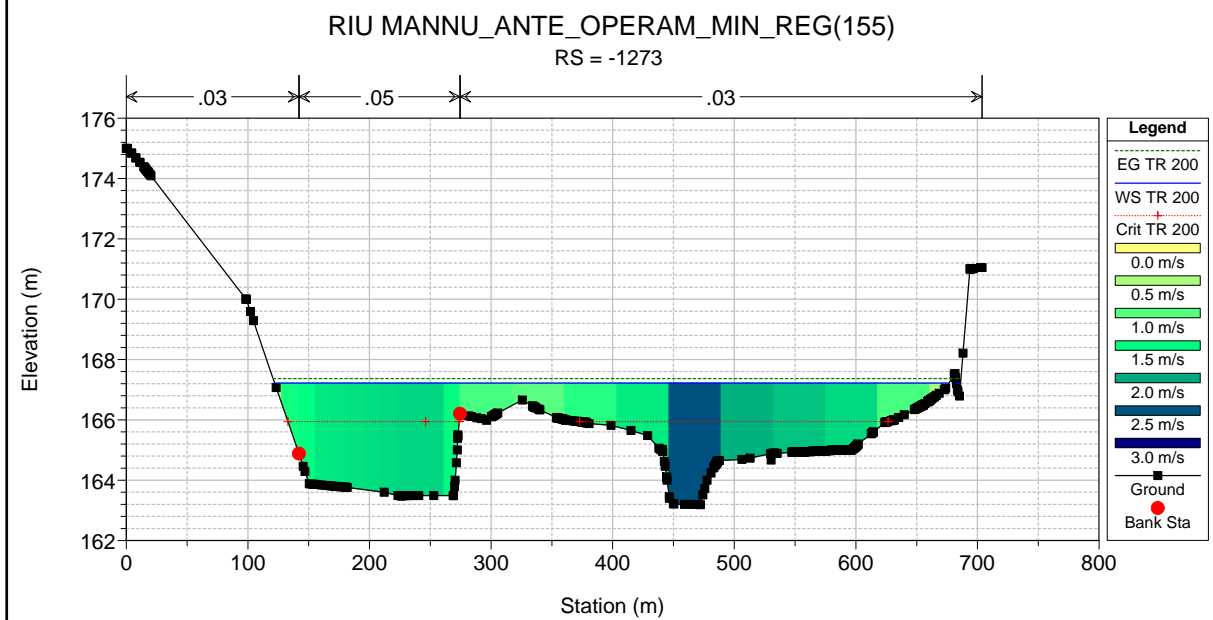
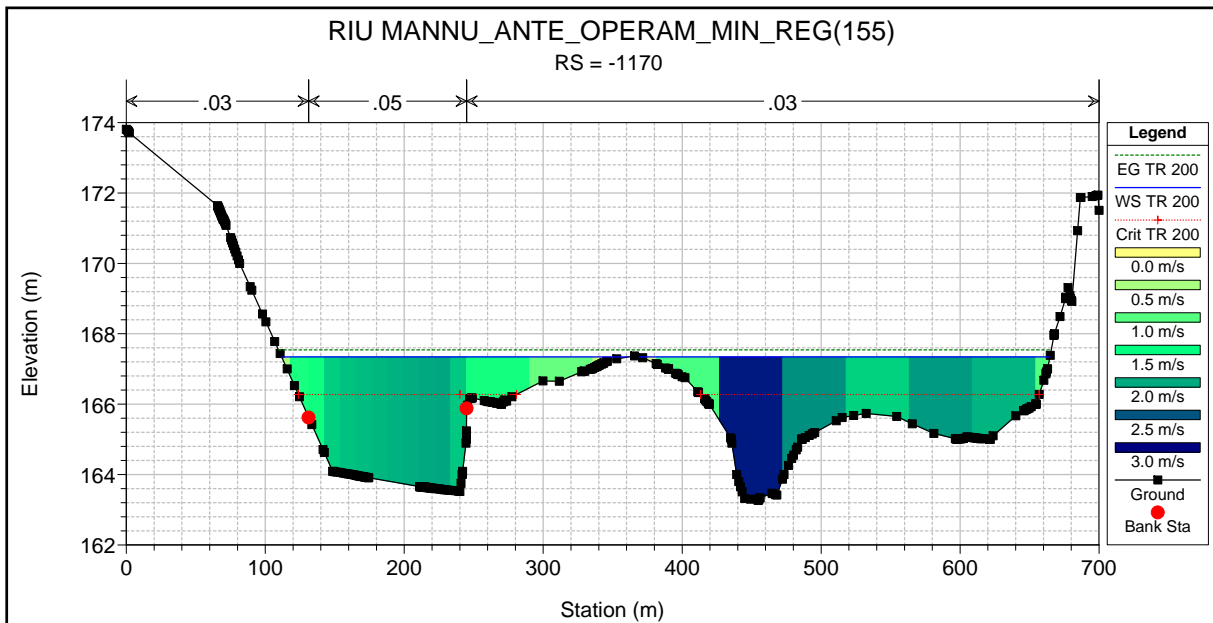
Legend

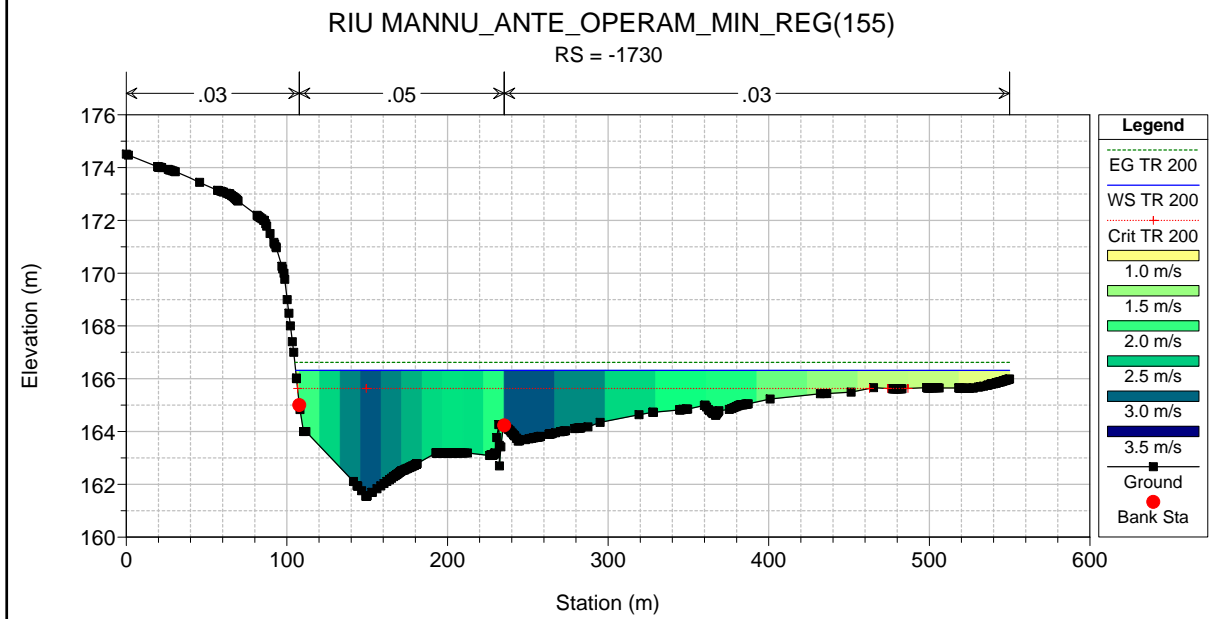
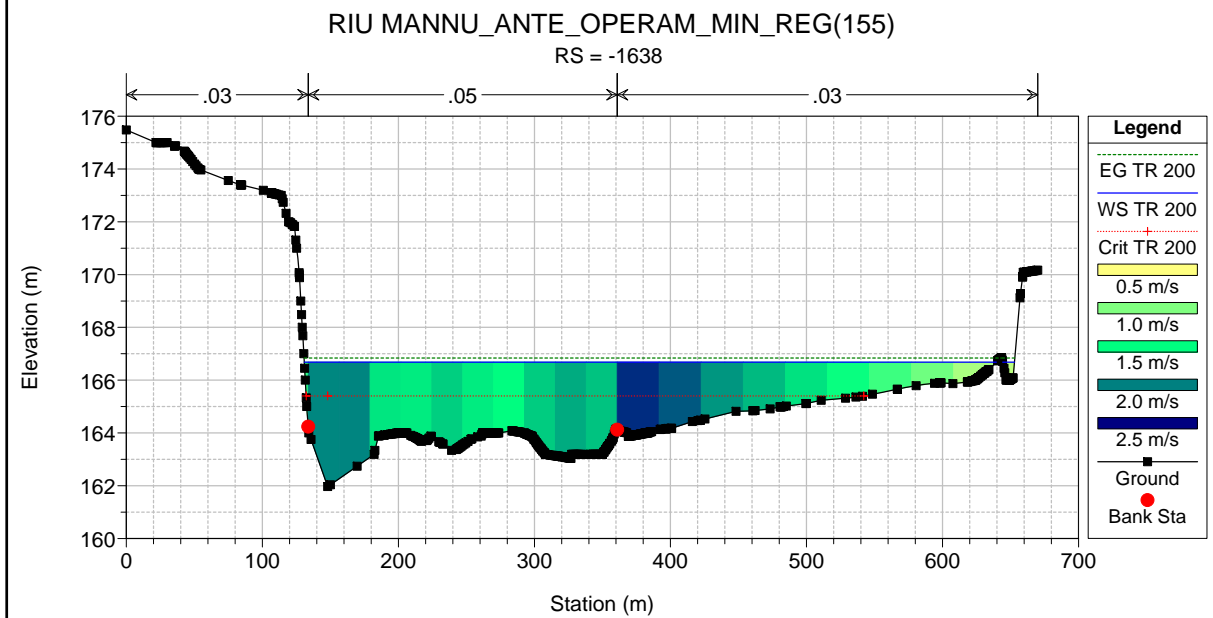
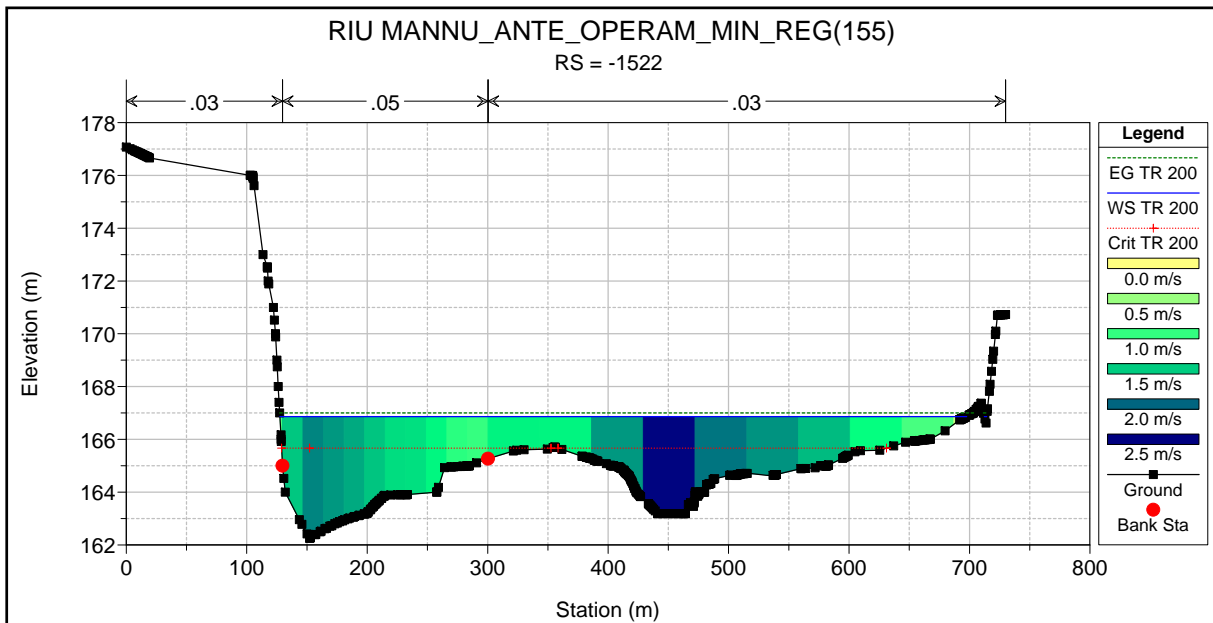
- EG TR 200
- WS TR 200
- Crit TR 200
- Ground

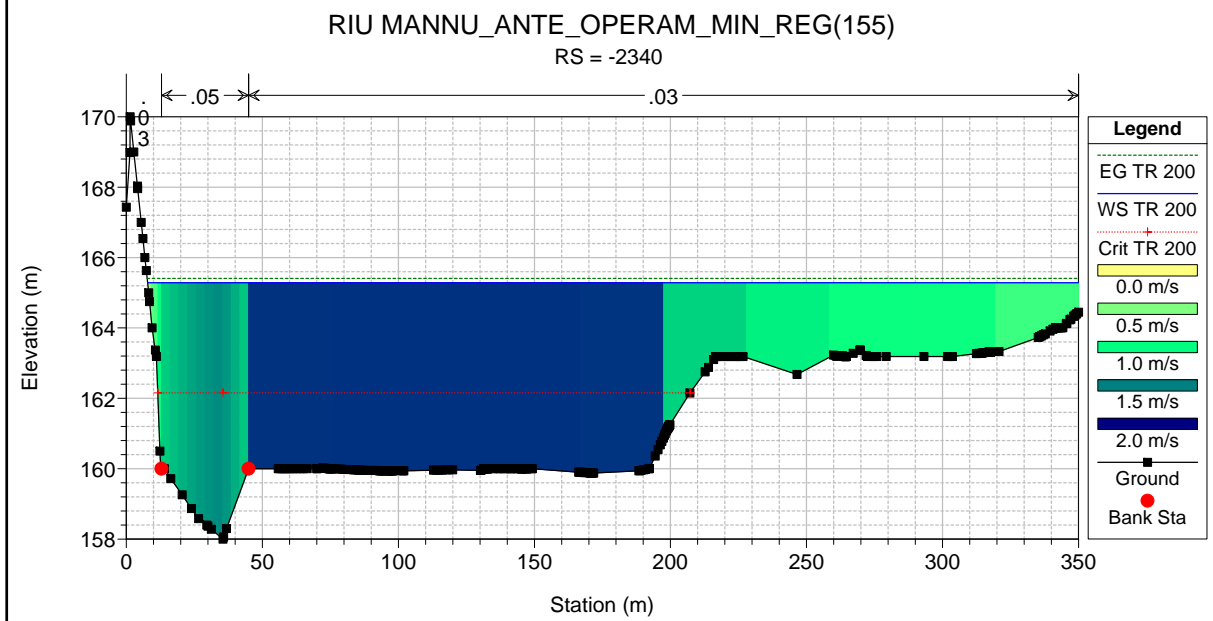
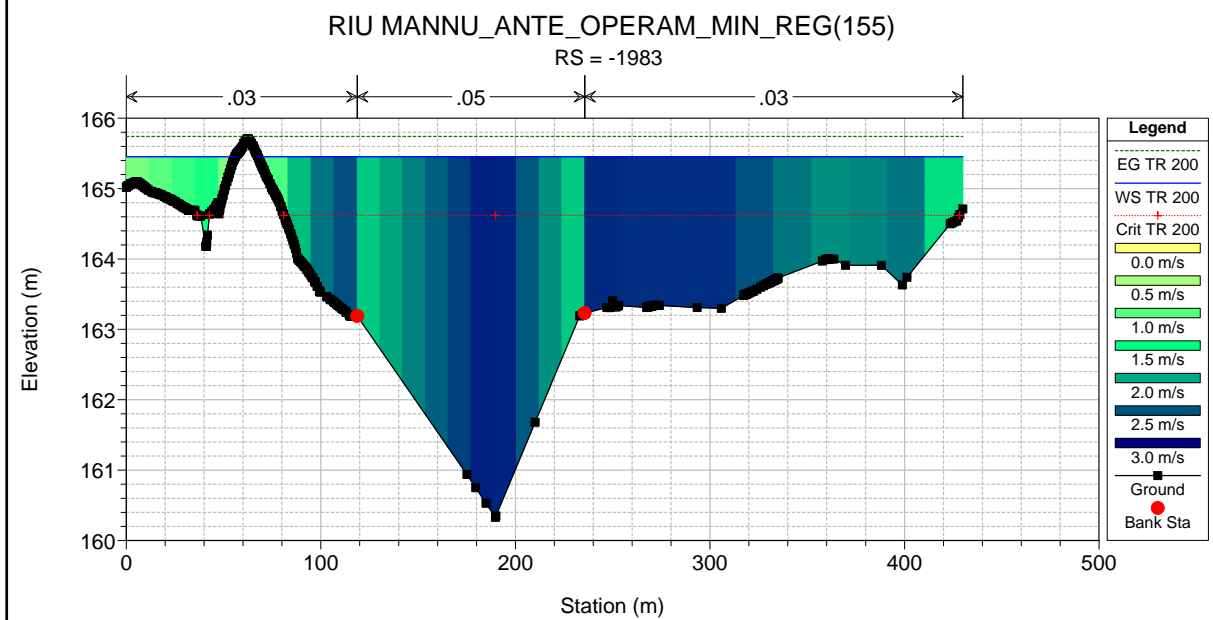
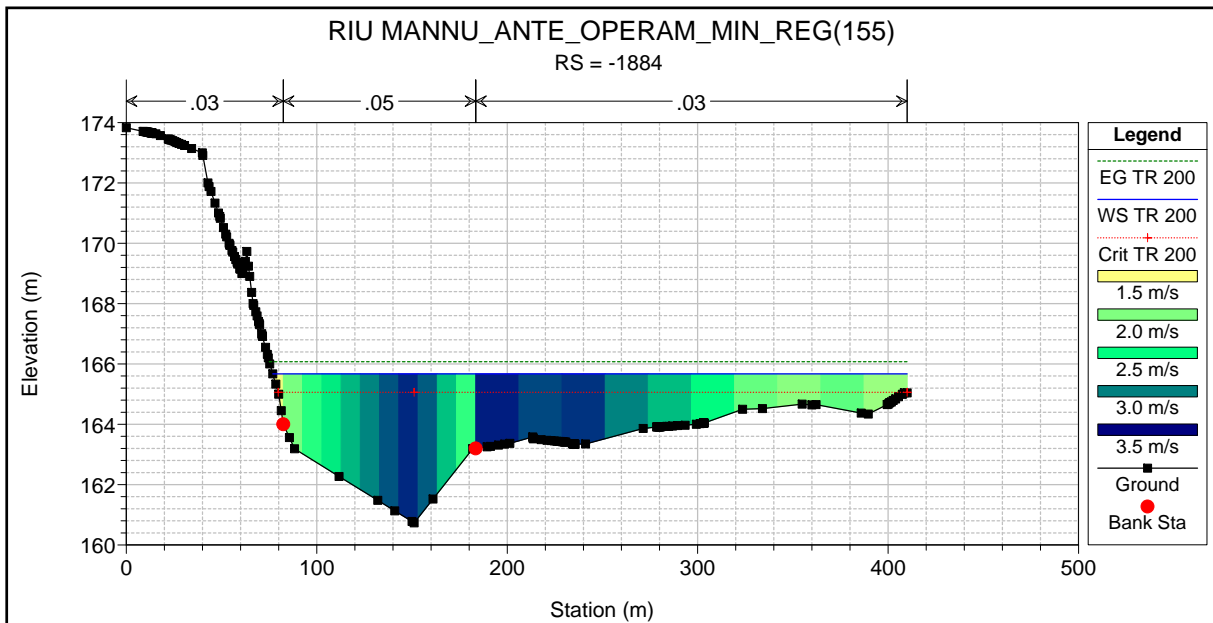


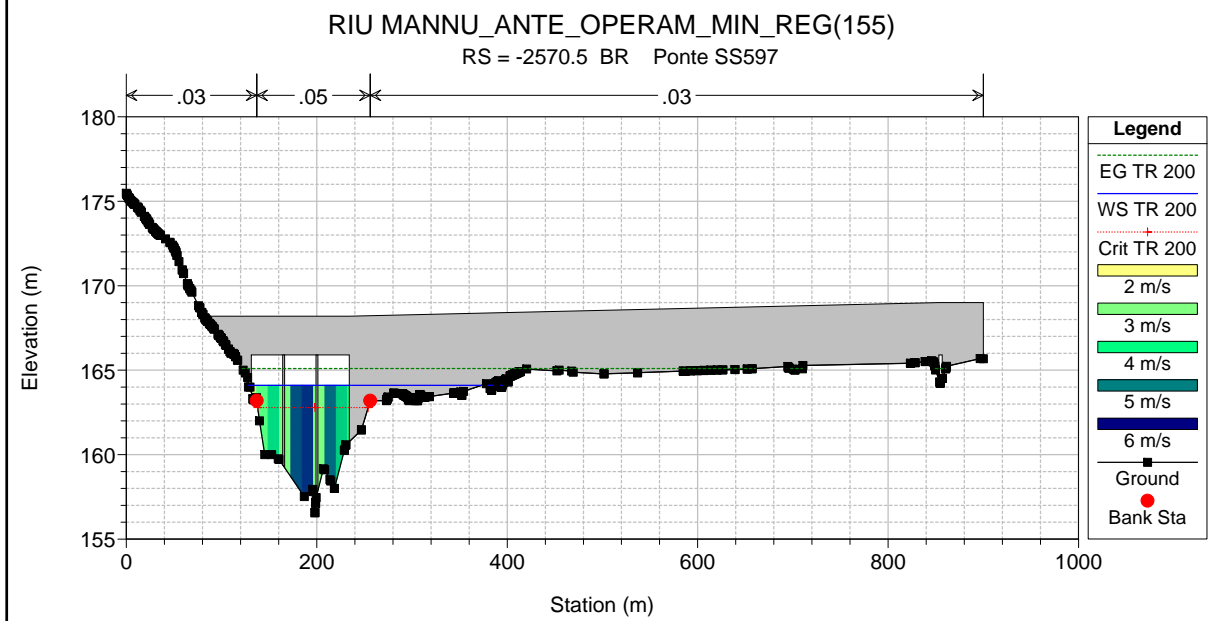
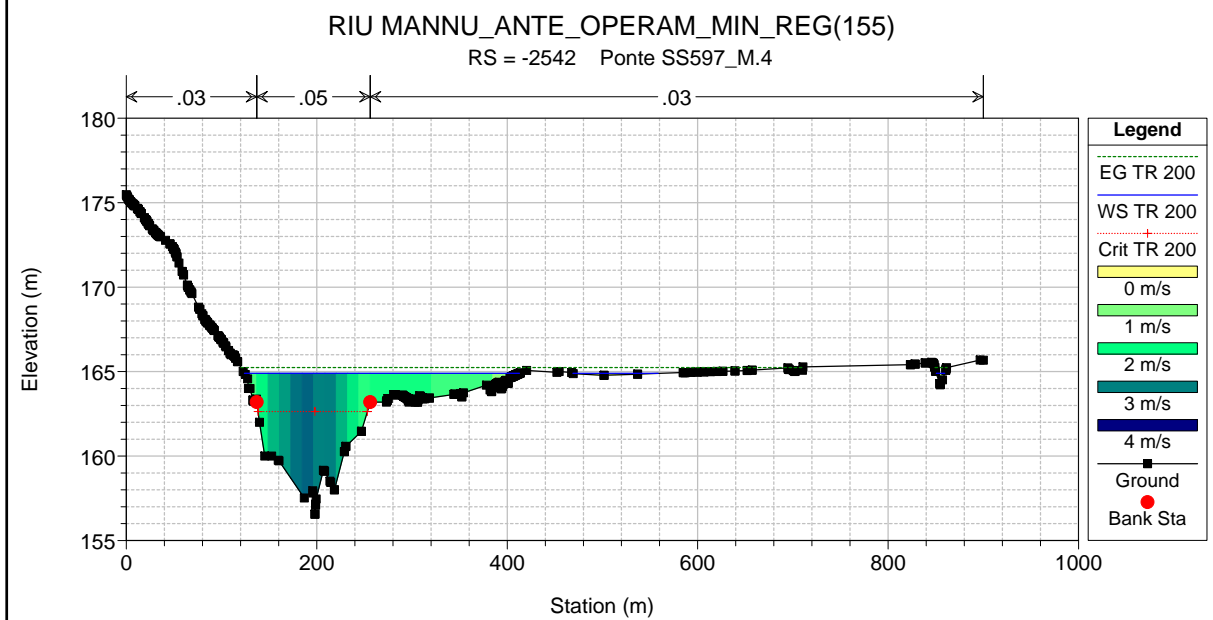
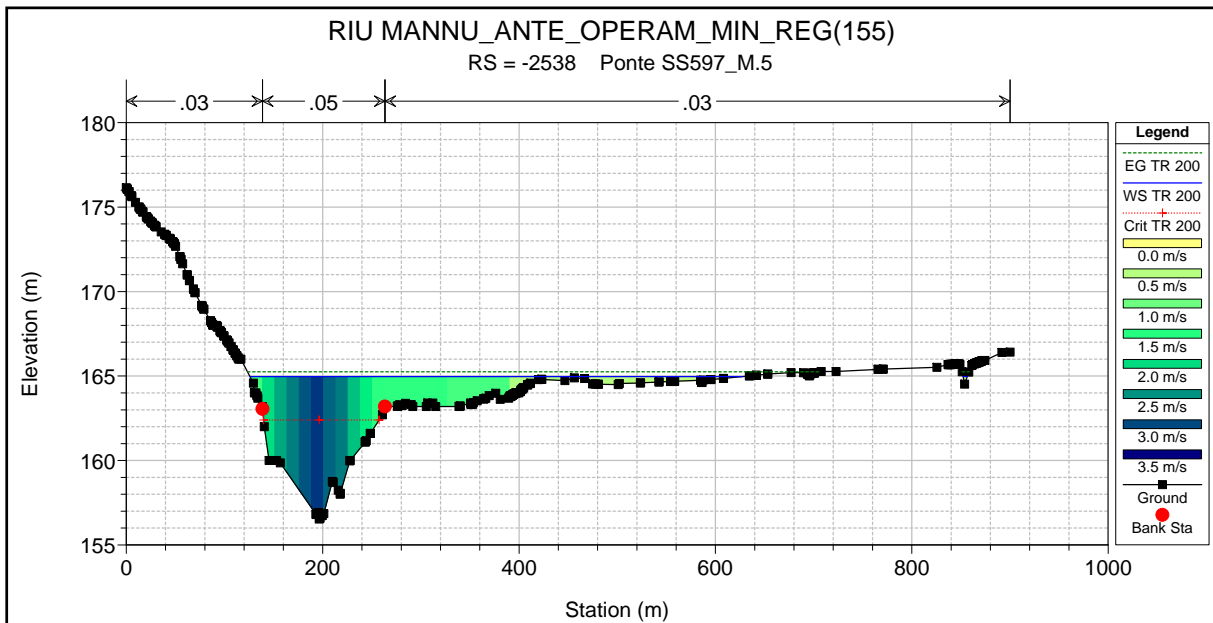


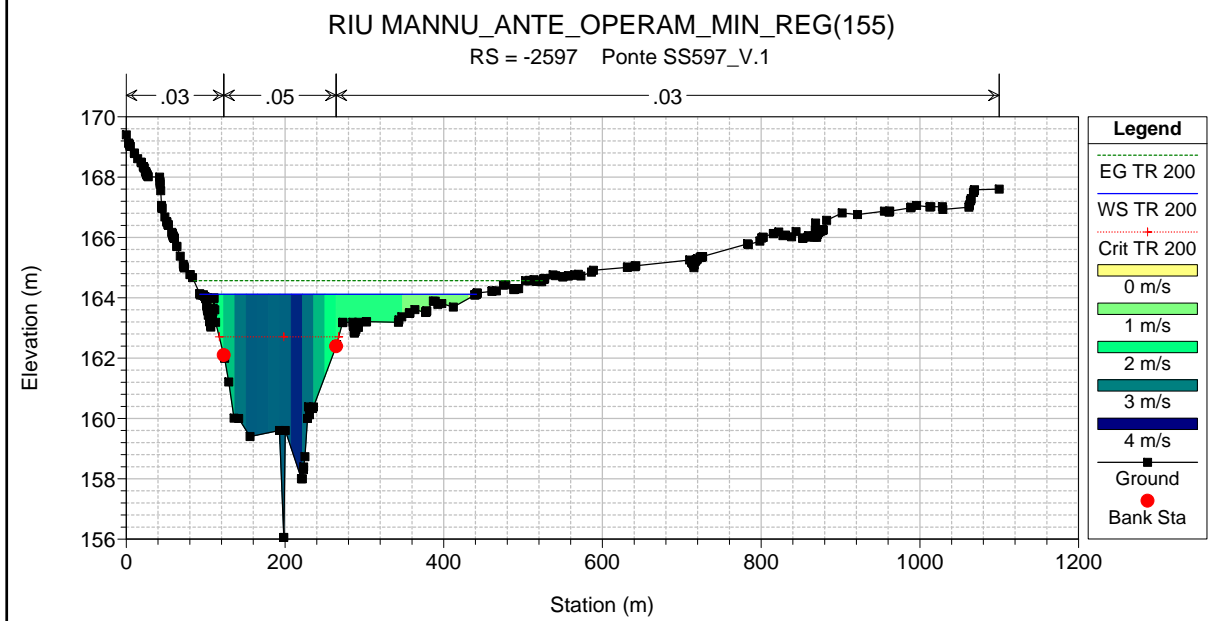
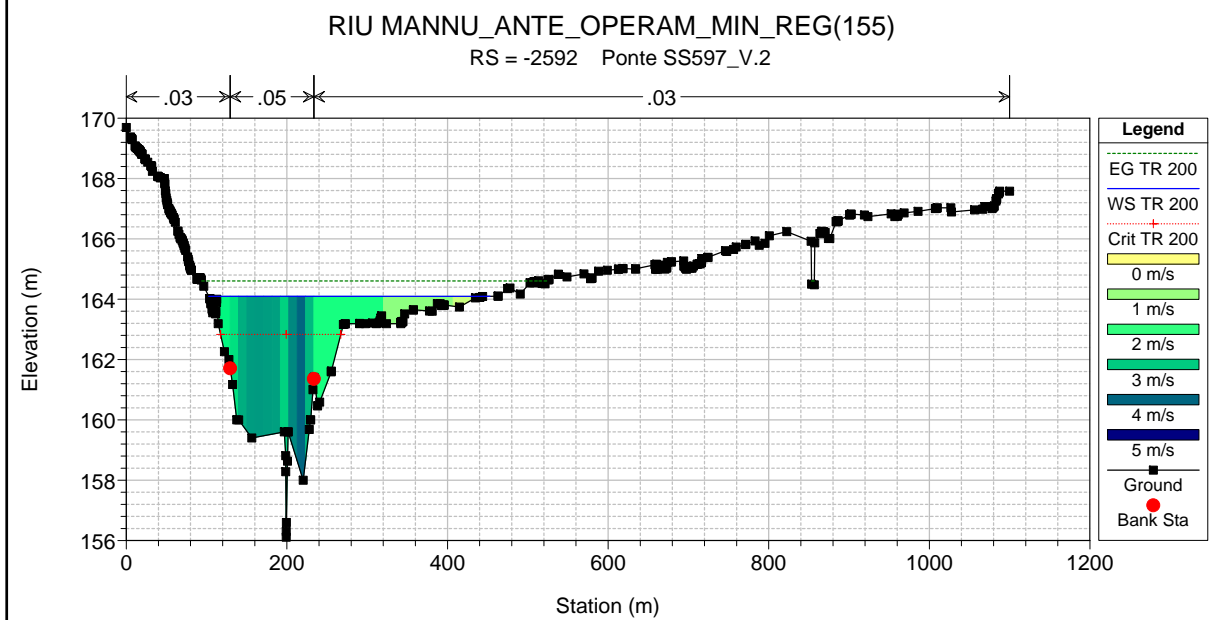
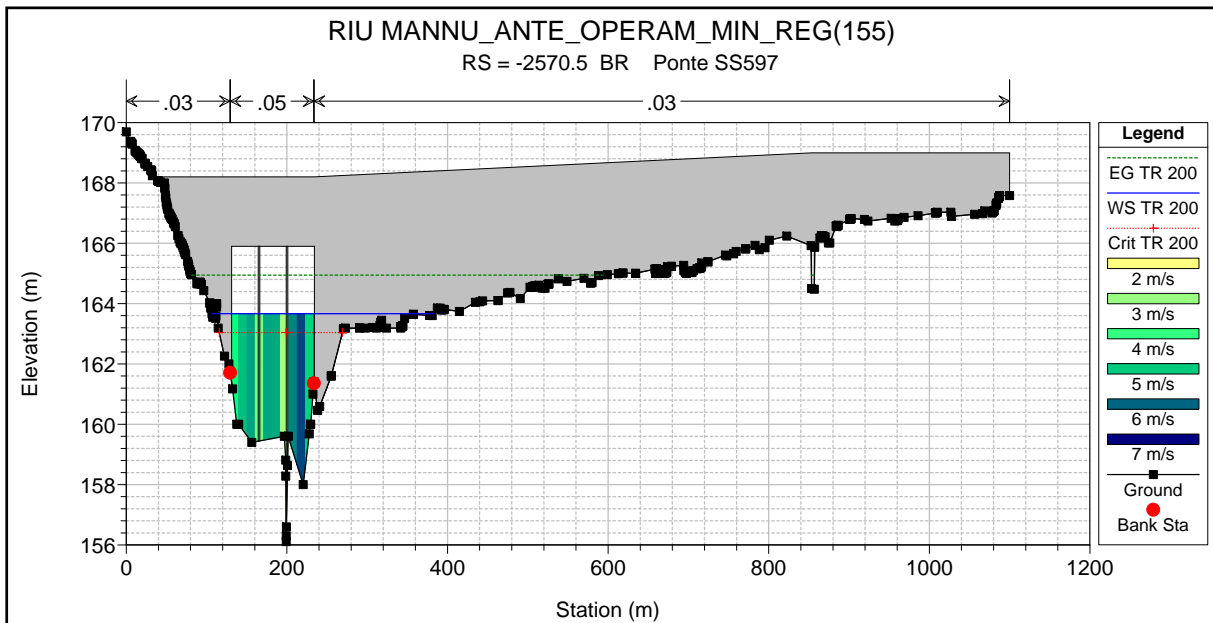


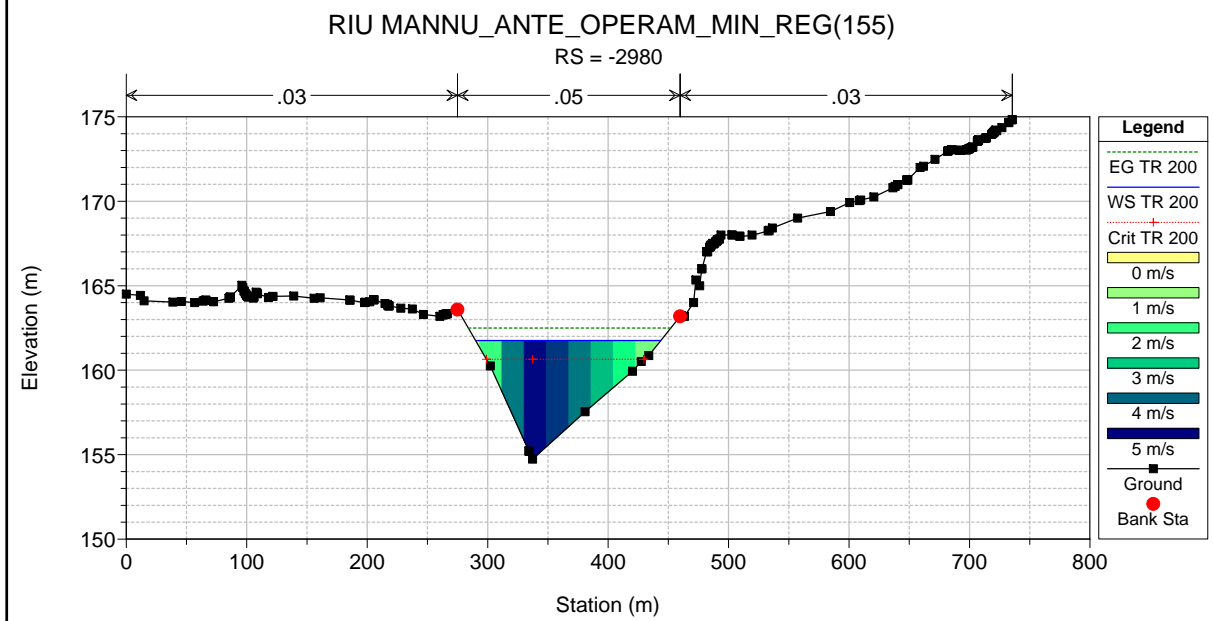
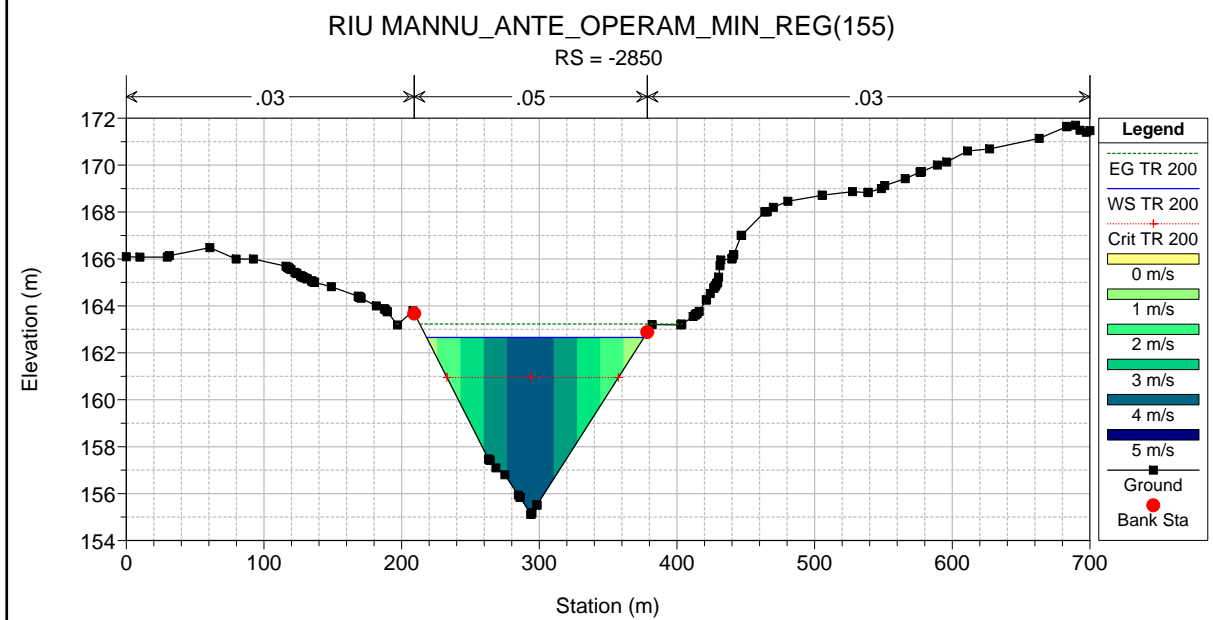
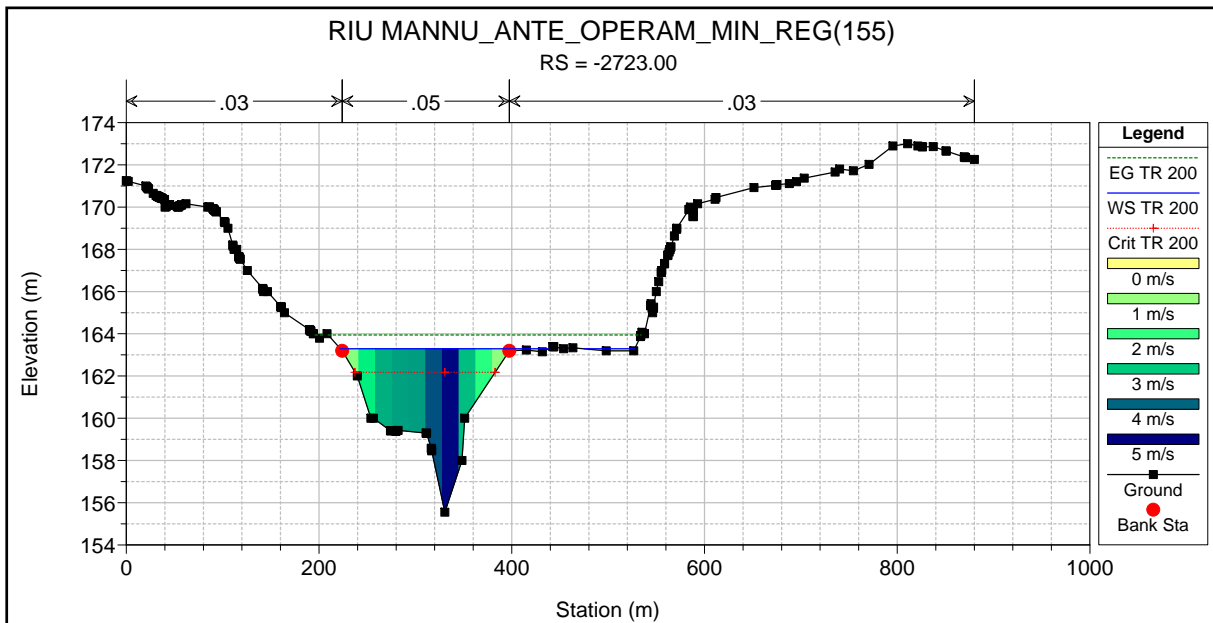






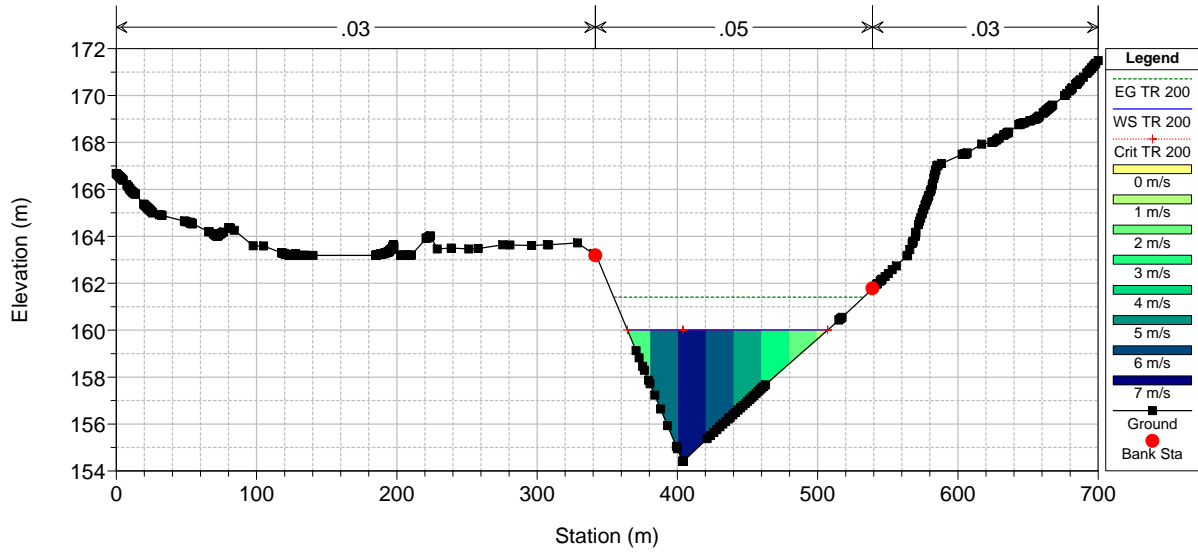






RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MIN_REG(155)

RS = -3079



ALLEGATO 2.2

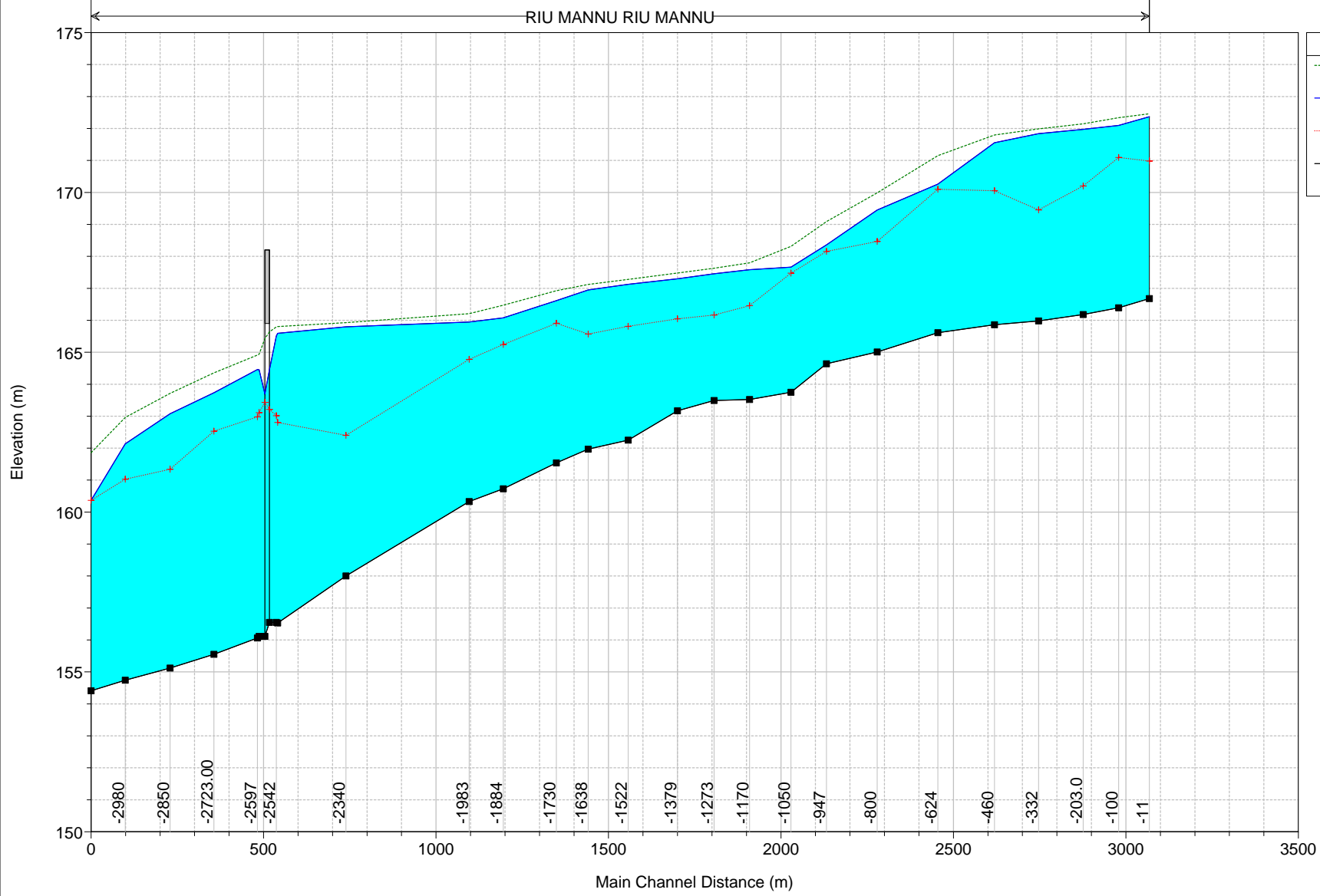
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: ANTE_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

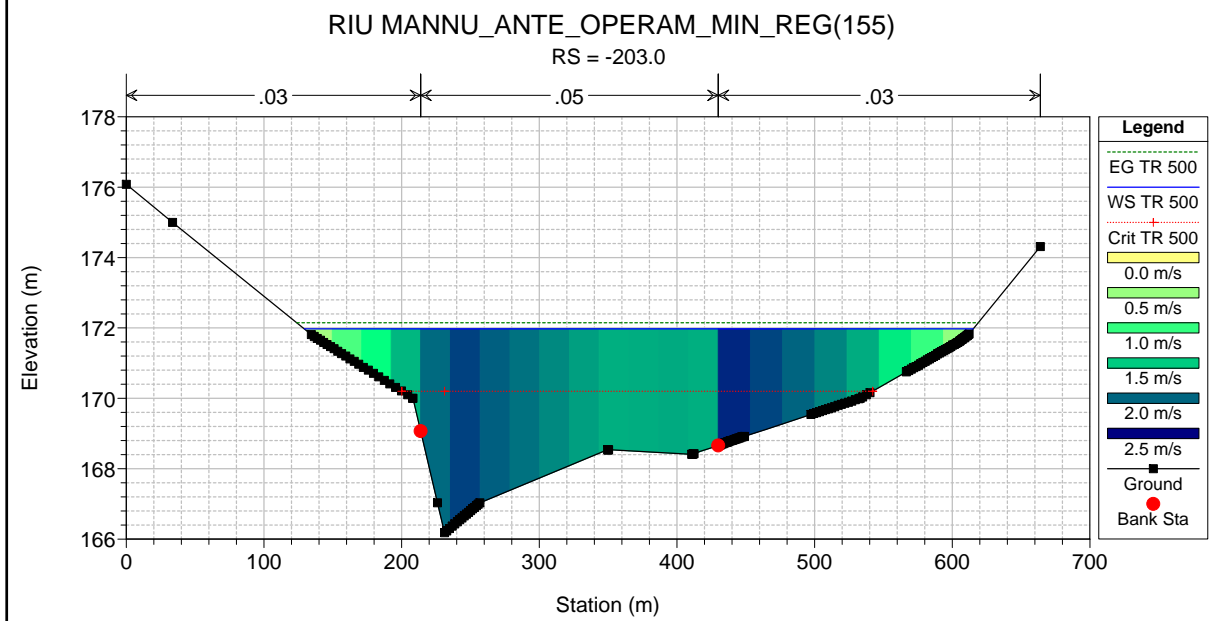
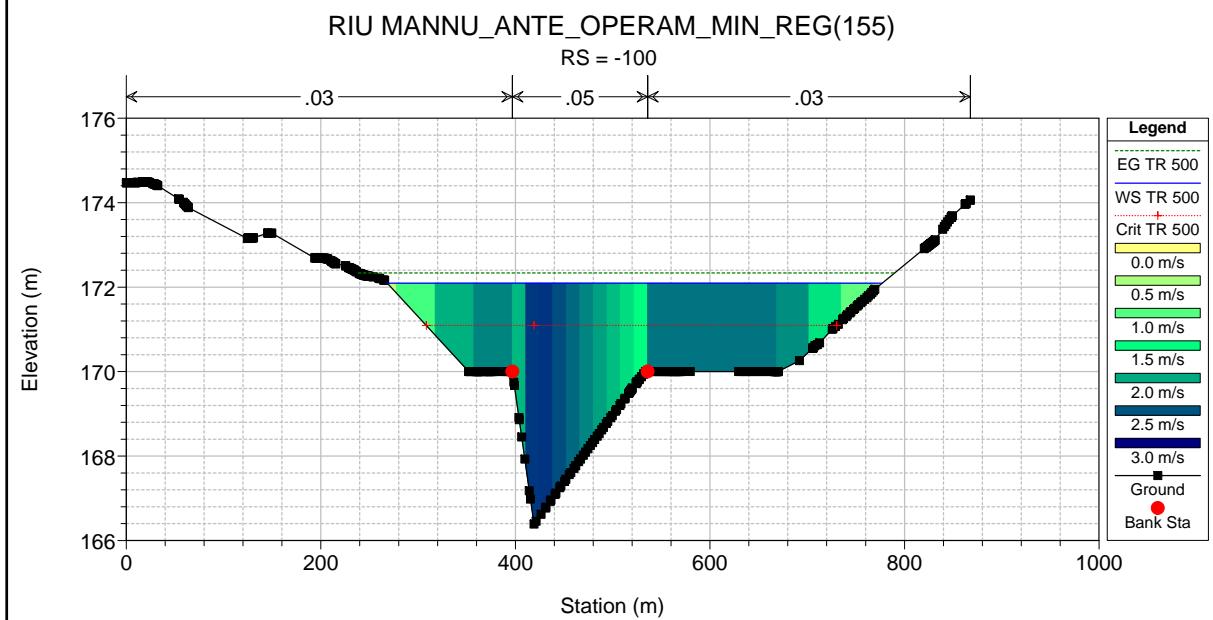
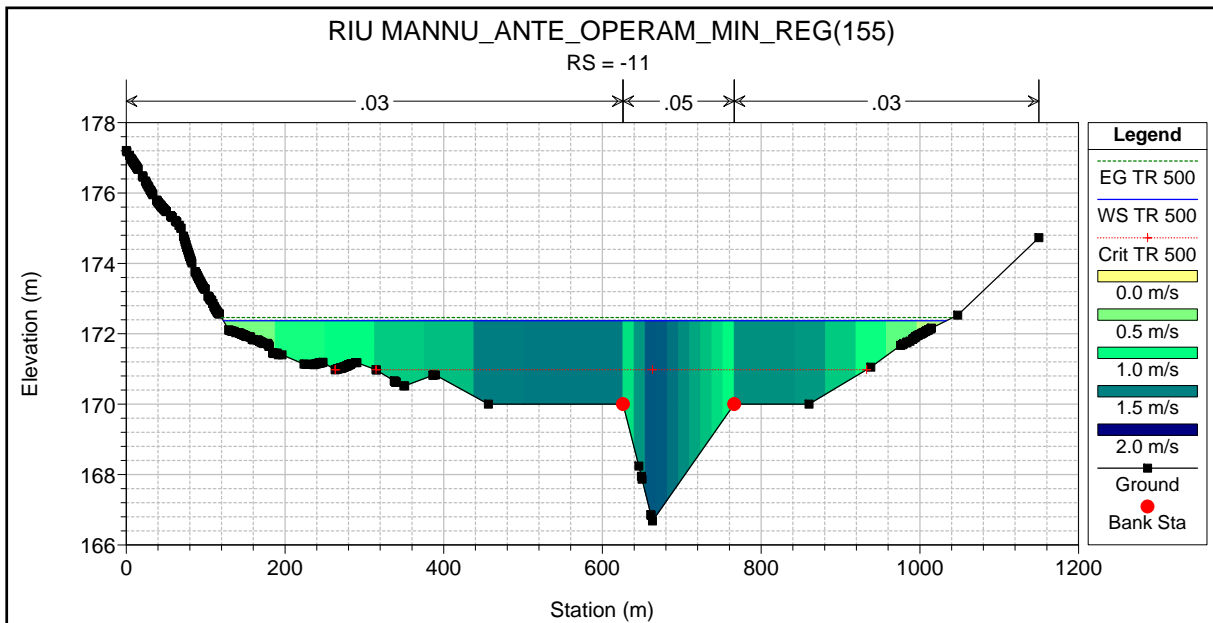
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.1	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	168.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.8	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.91	167.66	167.47	0.19	0.64	168.31	3.7	3.6	3.3	220.1	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.31	167.58	166.46	1.12	0.34	167.80	2.0	2.1	3.6	64.0	2.13
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.27	167.46	166.17	1.29	0.28	167.63	1.7	1.8	3.7	46.6	2.37
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.13	167.30	166.05	1.25	0.31	167.48	1.9	1.9	3.7	54.6	2.22
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.87	167.12	165.81	1.31	0.27	167.28	1.6	1.7	3.4	39.8	2.41
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.98	166.95	165.57	1.38	0.31	167.12	1.8	1.8	3.5	52.0	2.53
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.07	166.81	165.91	0.70	0.42	166.92	2.5	2.5	3.7	100.9	2.22
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.34	166.07	165.24	0.83	0.43	166.47	2.7	2.8	4.0	112.6	2.61
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.62	165.95	164.78	1.17	0.34	166.21	2.2	2.2	4.1	73.6	2.54
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.80	165.80	162.40	3.40	0.16	165.93	1.4	1.6	6.8	23.6	4.45
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	9.06	165.59	162.80	2.79	0.29	165.80	2.3	1.8	6.1	70.2	1.88
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	8.96	165.51	163.01	2.50	0.34	165.79	2.6	2.0	5.9	93.5	1.59
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	8.34	164.45	163.11	1.34	0.49	164.94	3.4	2.9	4.8	167.7	2.08
RIU MANNU	-2597	TR 500	2431.0	156.06	8.40	164.46	162.98	1.48	0.47	164.91	3.2	2.8	4.5	149.1	2.11
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	8.18	163.73	162.53	1.20	0.59	164.36	3.6	3.4	3.7	200.2	2.27
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	7.96	163.08	161.34	1.74	0.55	163.72	3.5	3.5	4.2	190.9	4.13
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	7.39	162.13	161.03	1.10	0.66	162.96	4.0	4.0	3.7	256.3	3.75
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	5.96	160.37	160.37	0.00	1.00	161.86	5.4	5.4	2.9	499.8	2.96

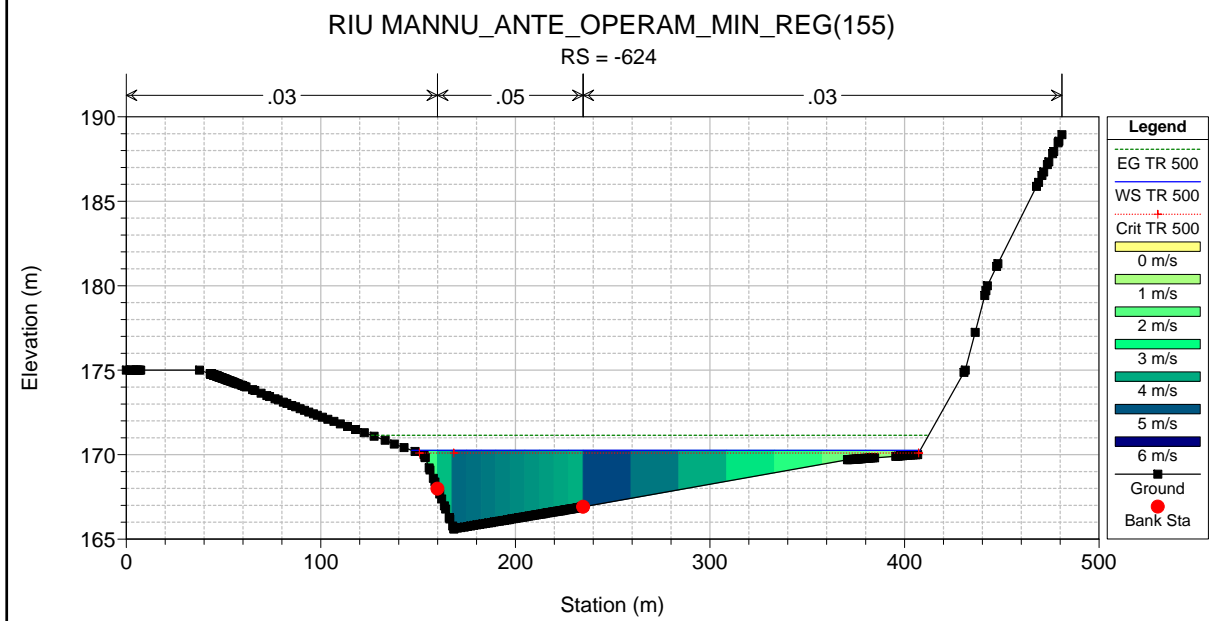
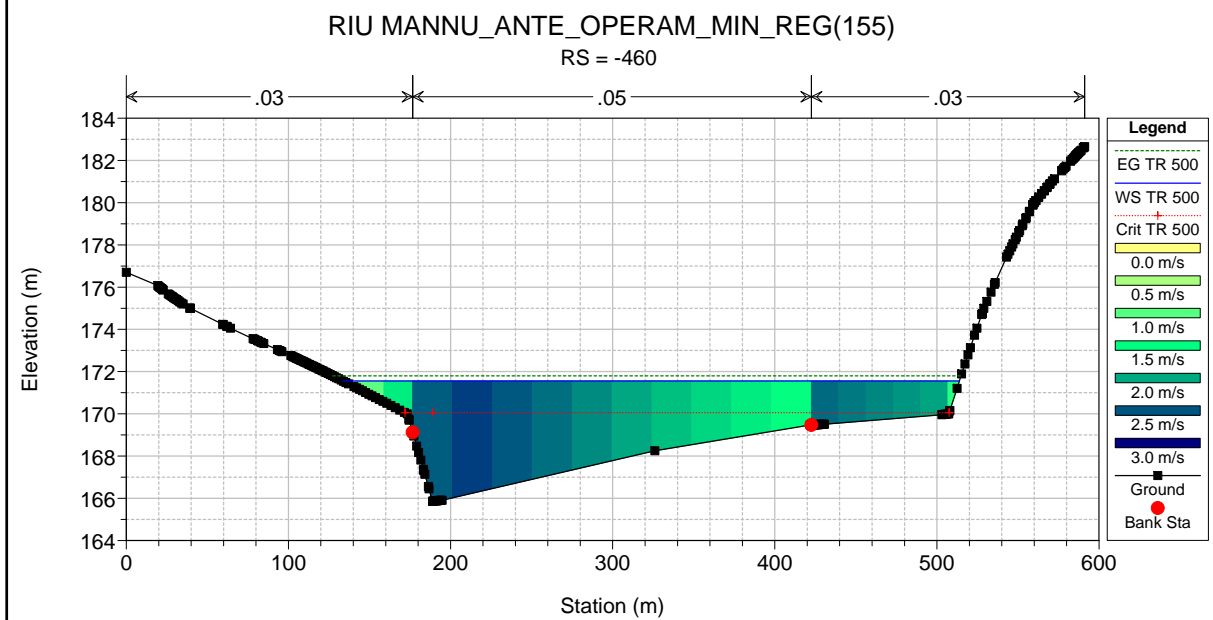
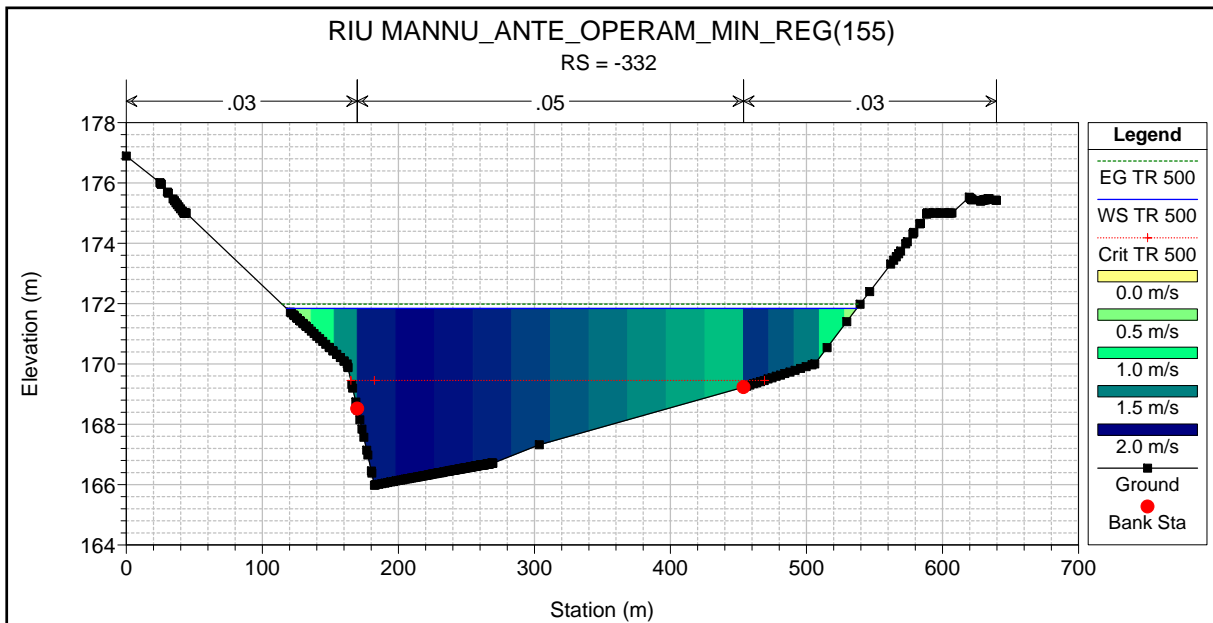
RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MIN_REG(155)

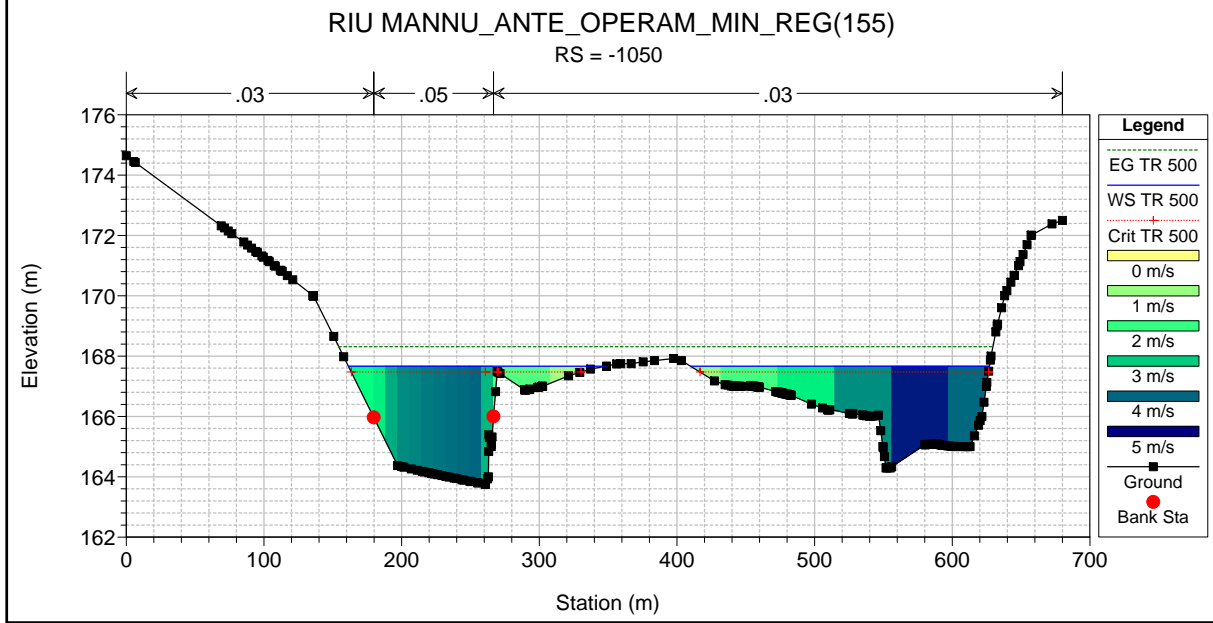
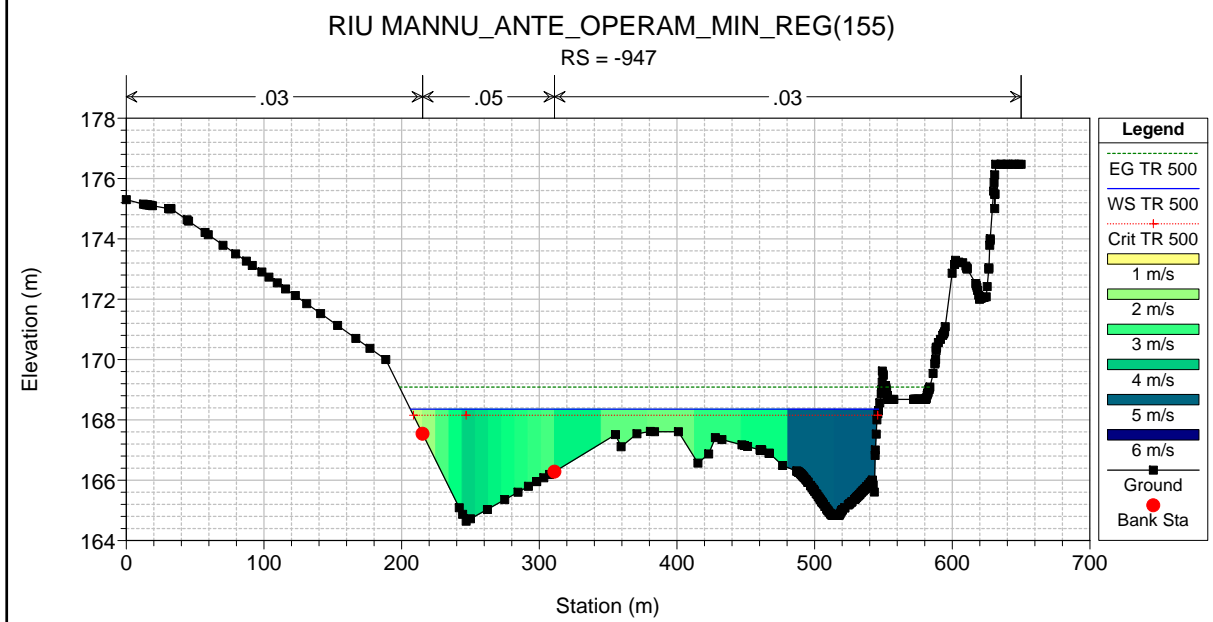
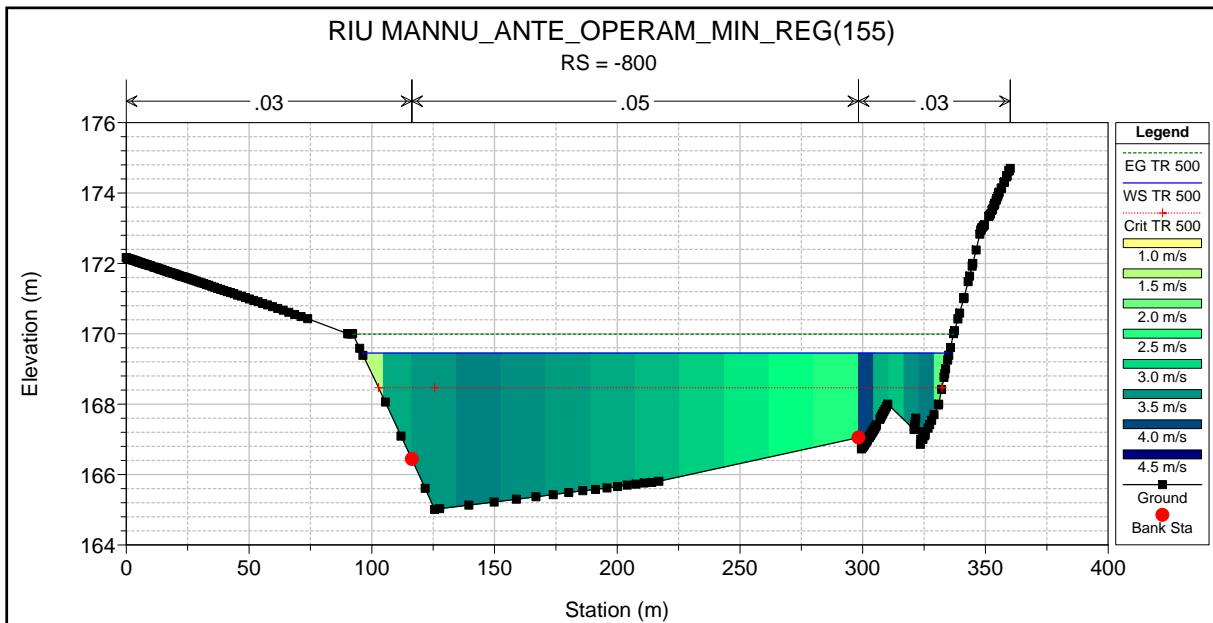
RIU MANNU RIU MANNU

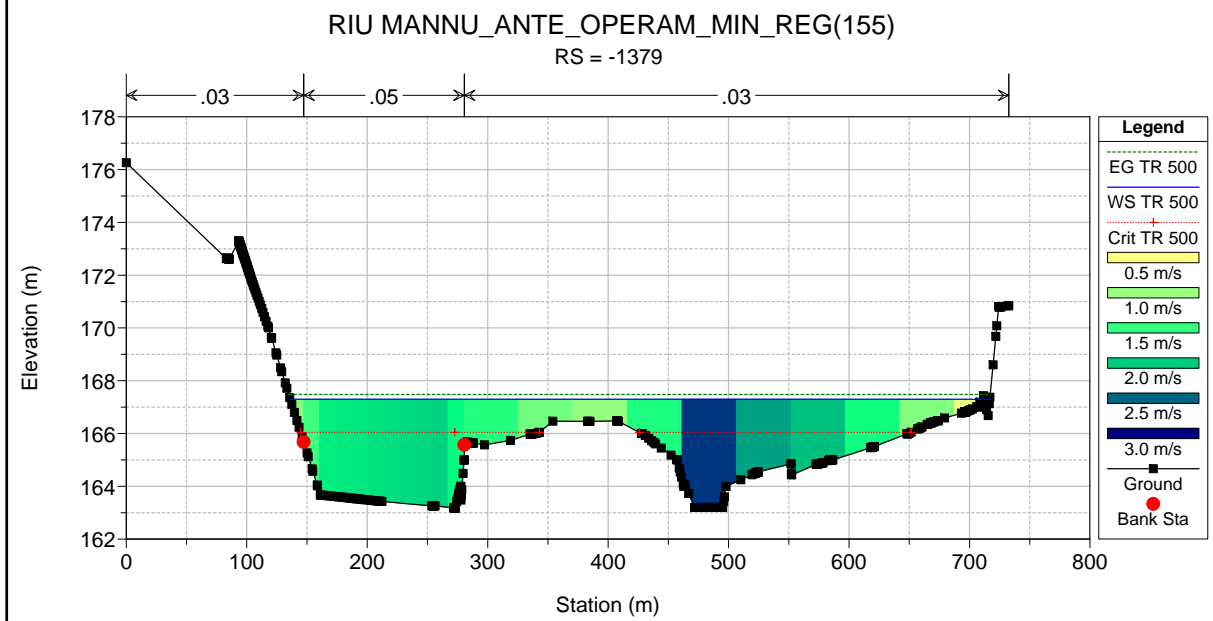
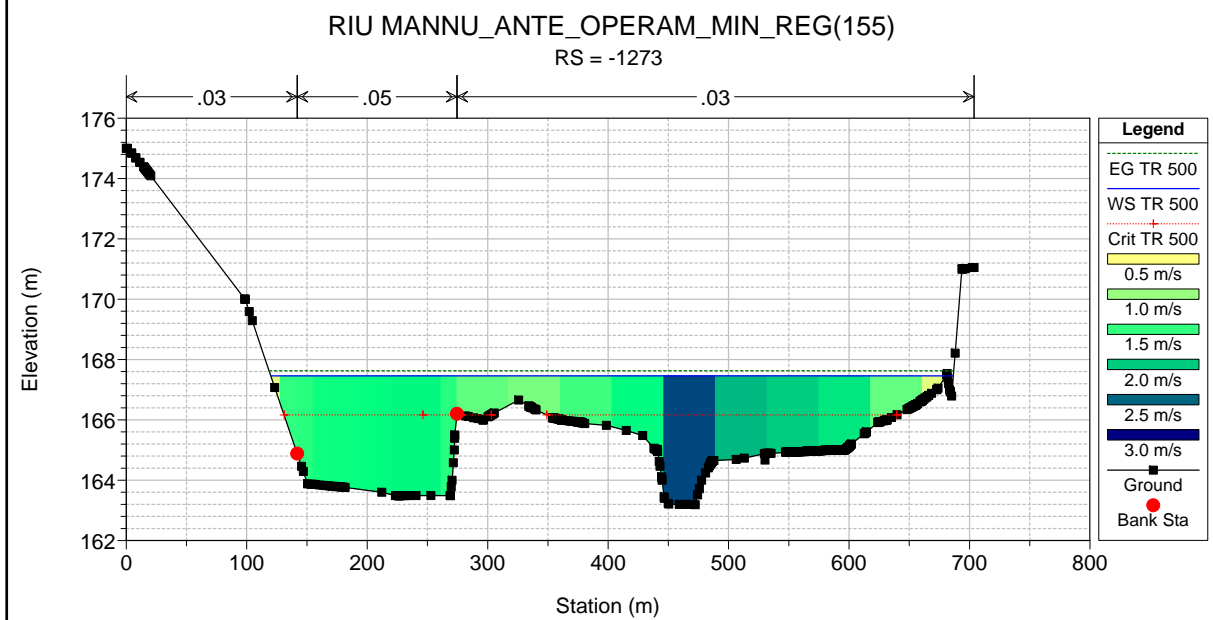
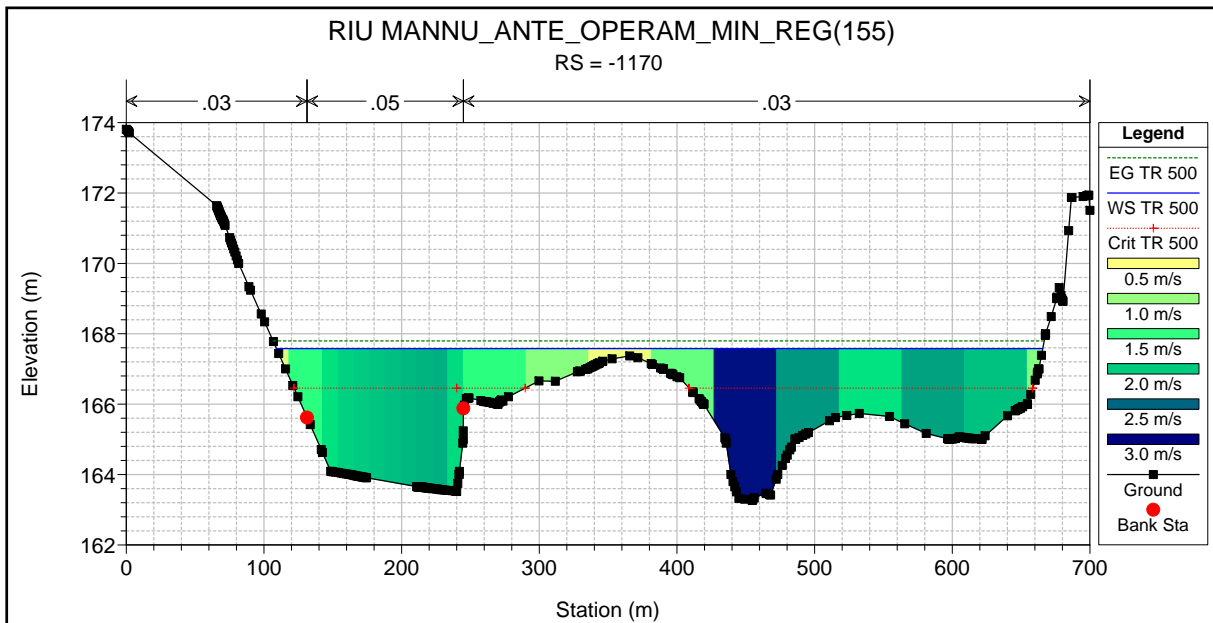


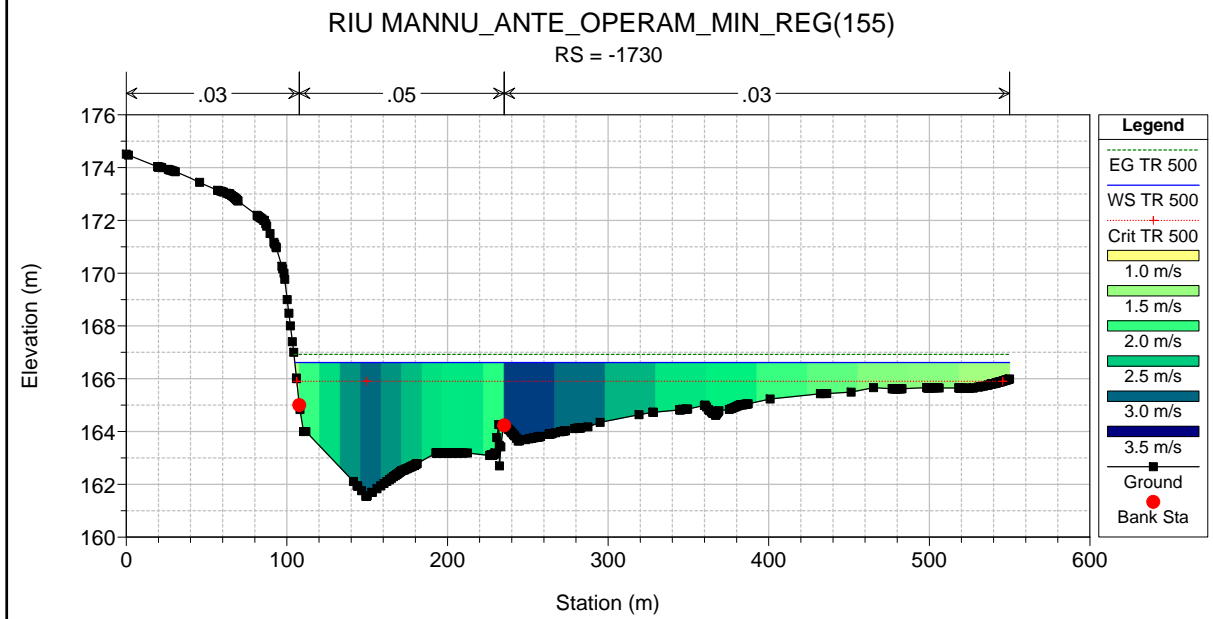
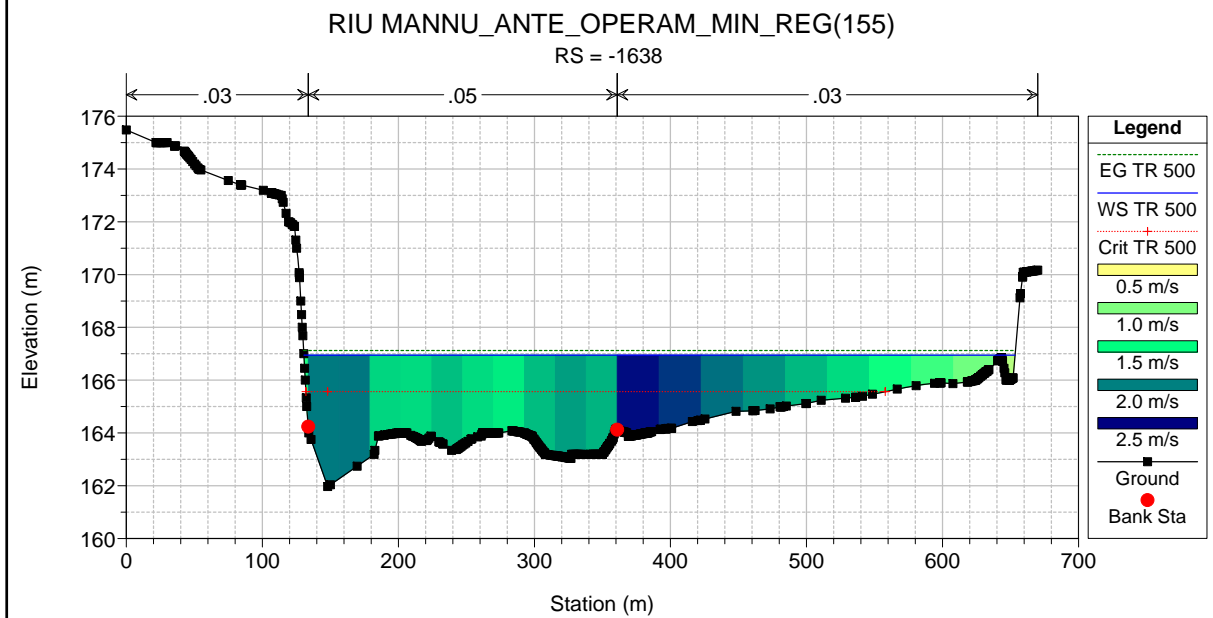
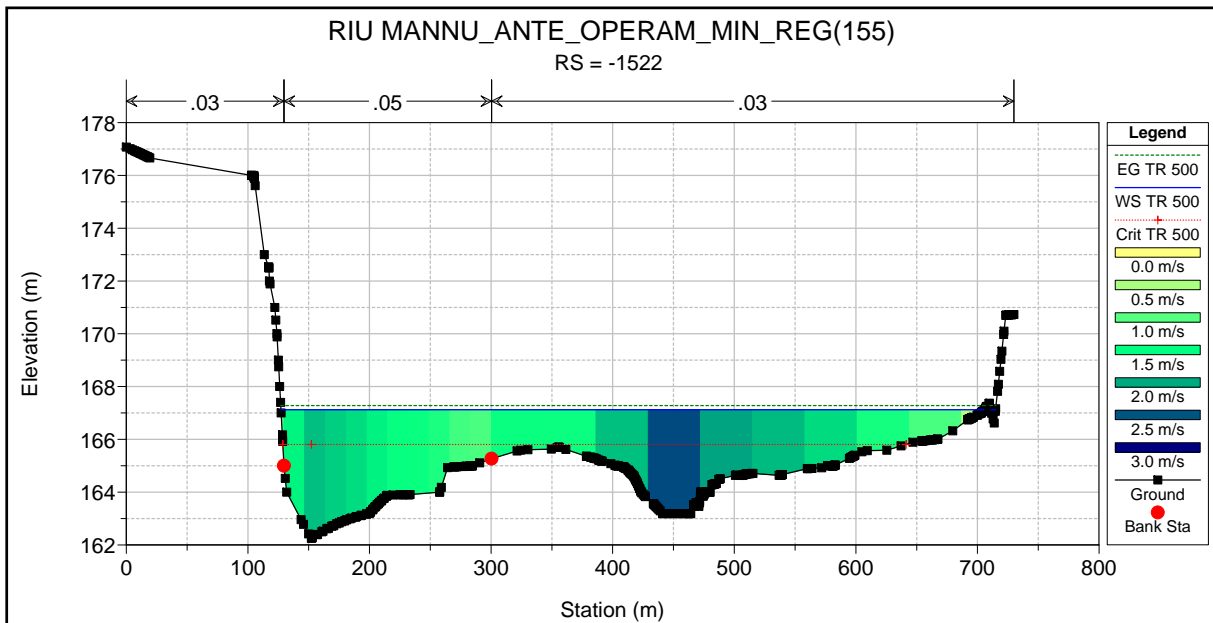
Legend	
EG TR 500	(Dashed green line)
WS TR 500	(Solid blue line)
Crit TR 500	(Dotted red line with '+' markers)
Ground	(Solid black line with square markers)

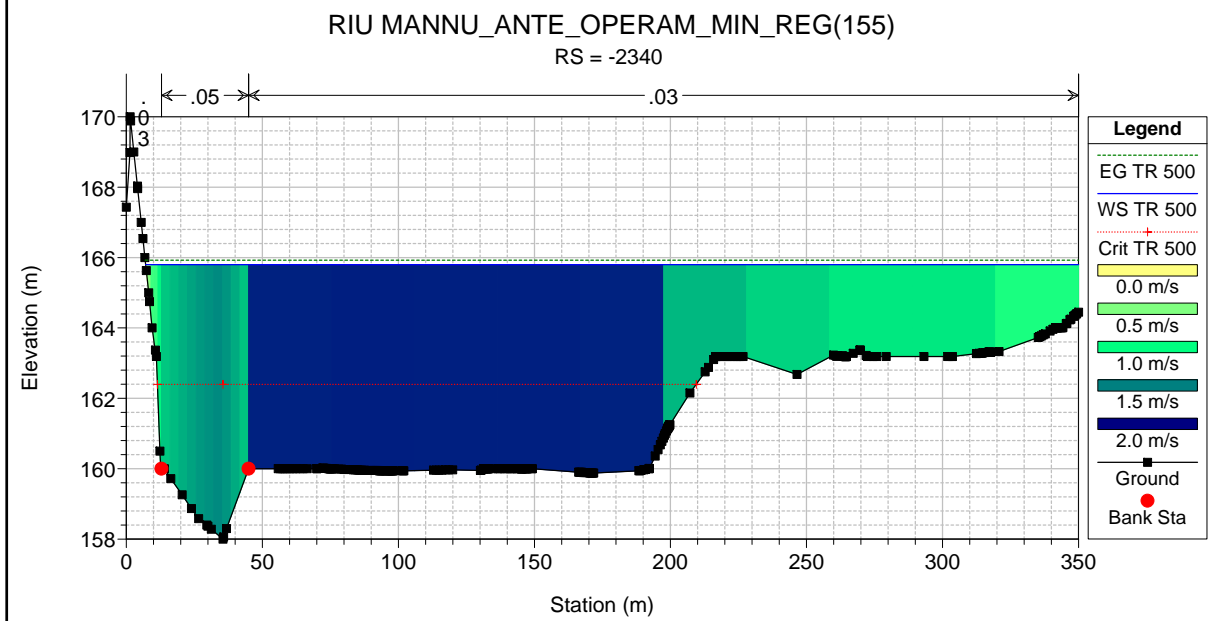
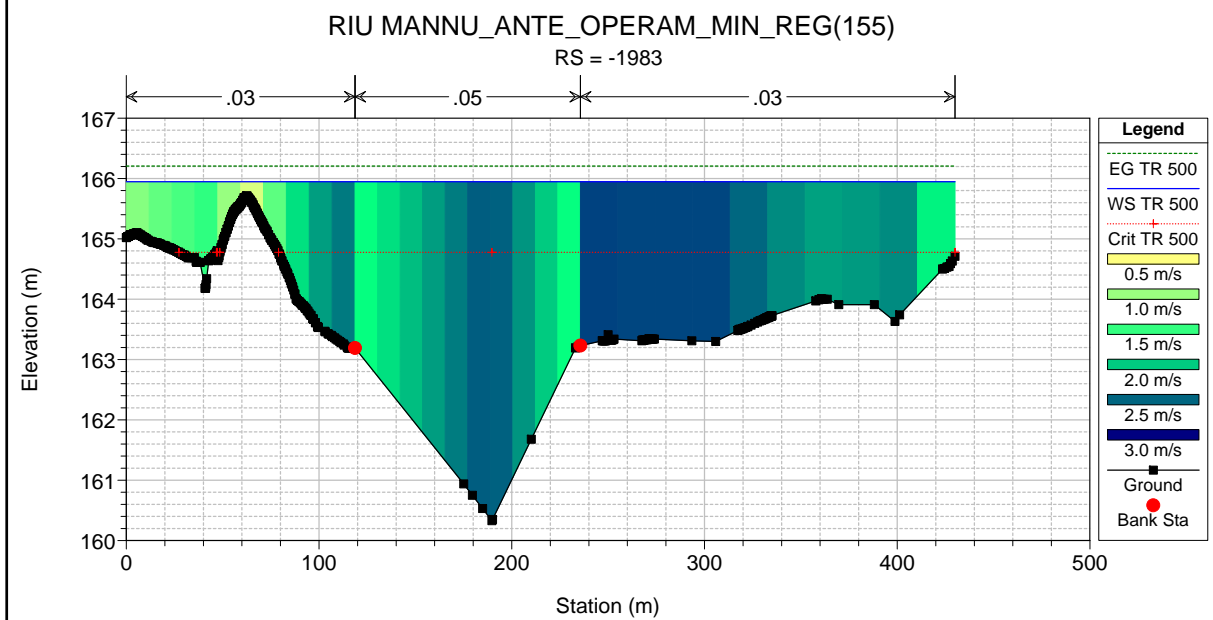
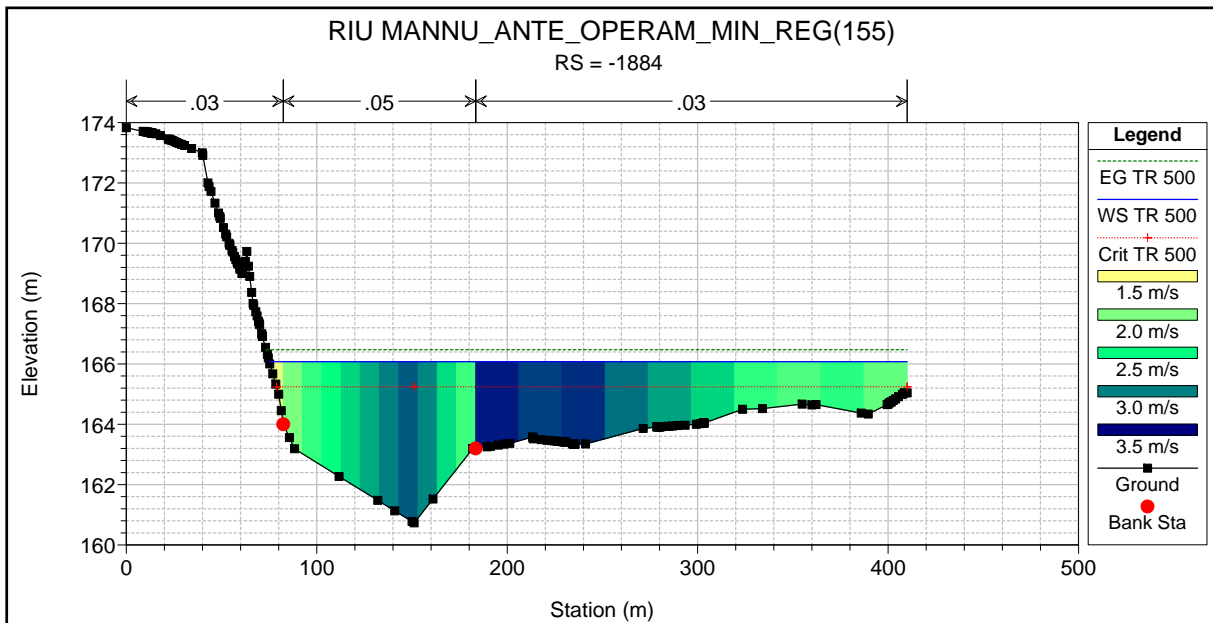


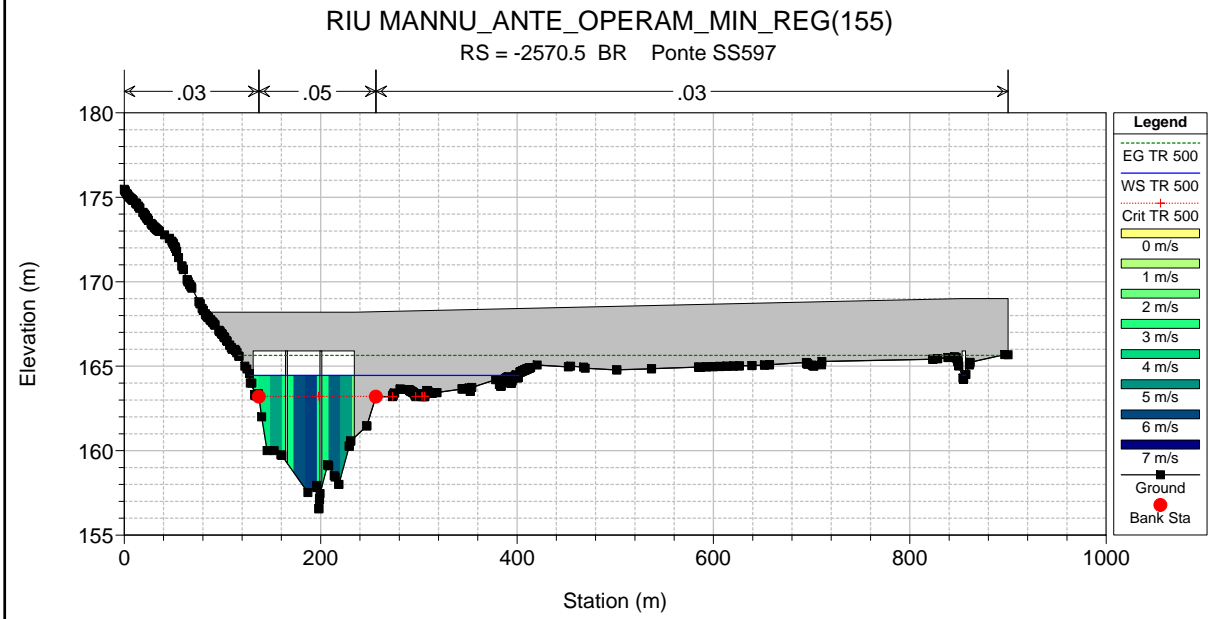
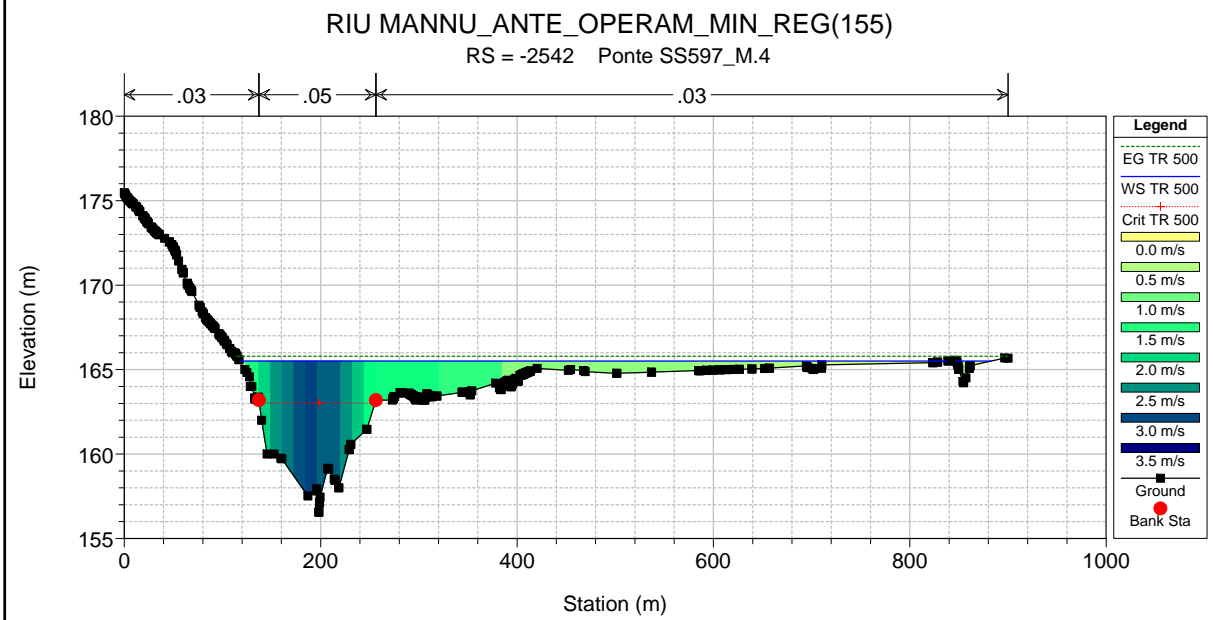
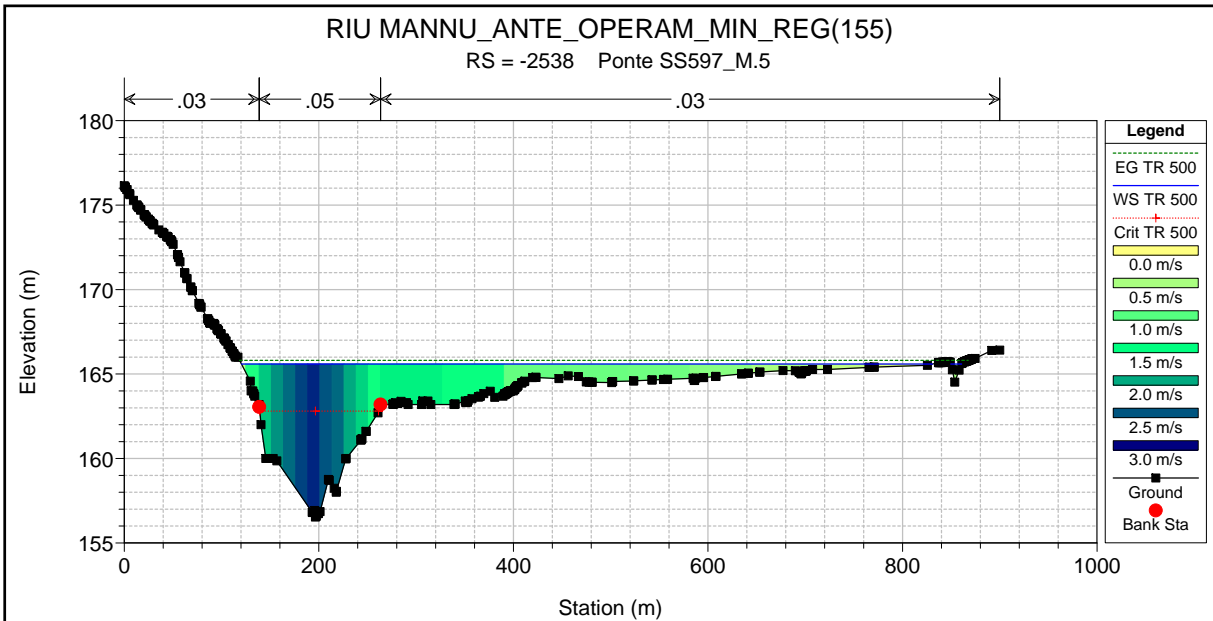


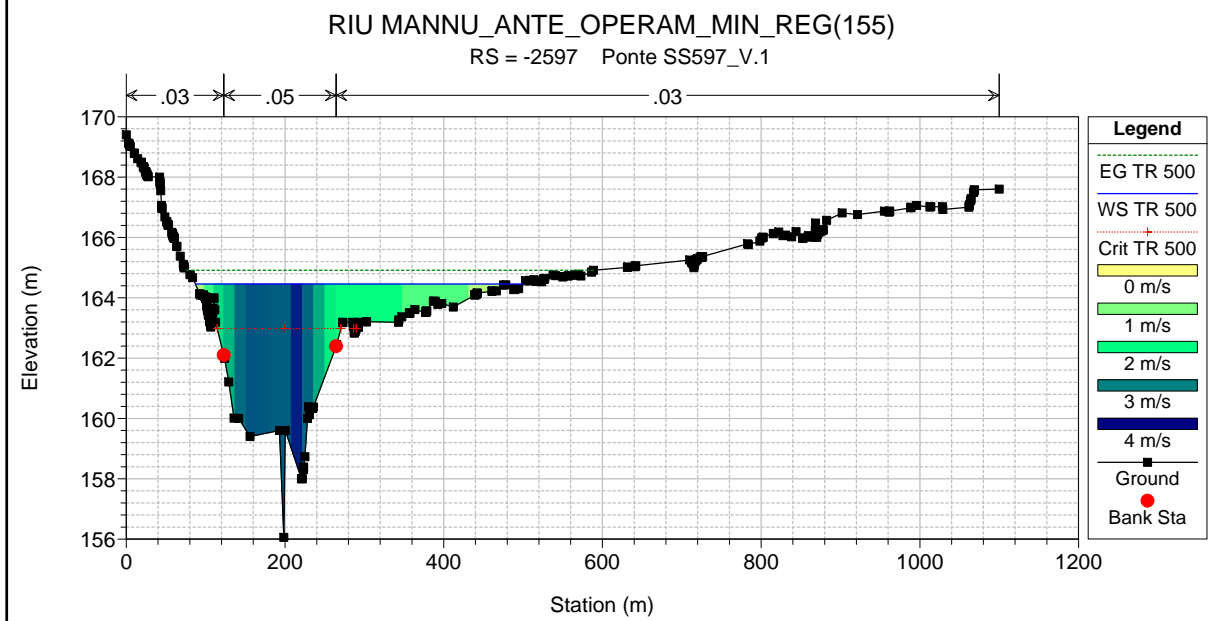
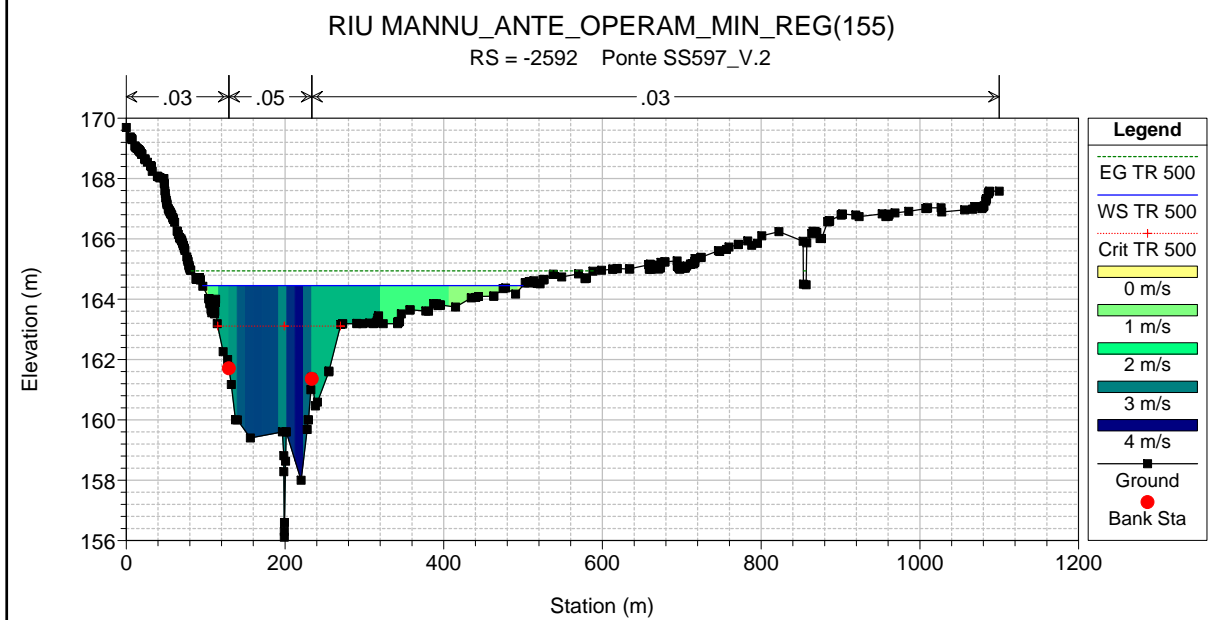
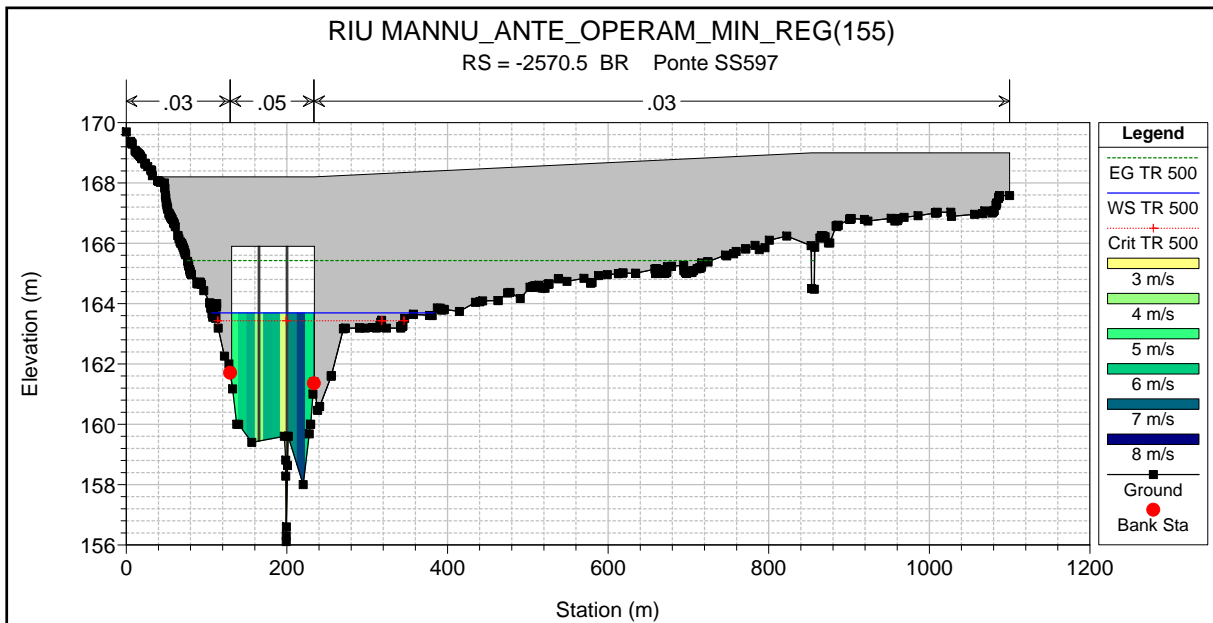


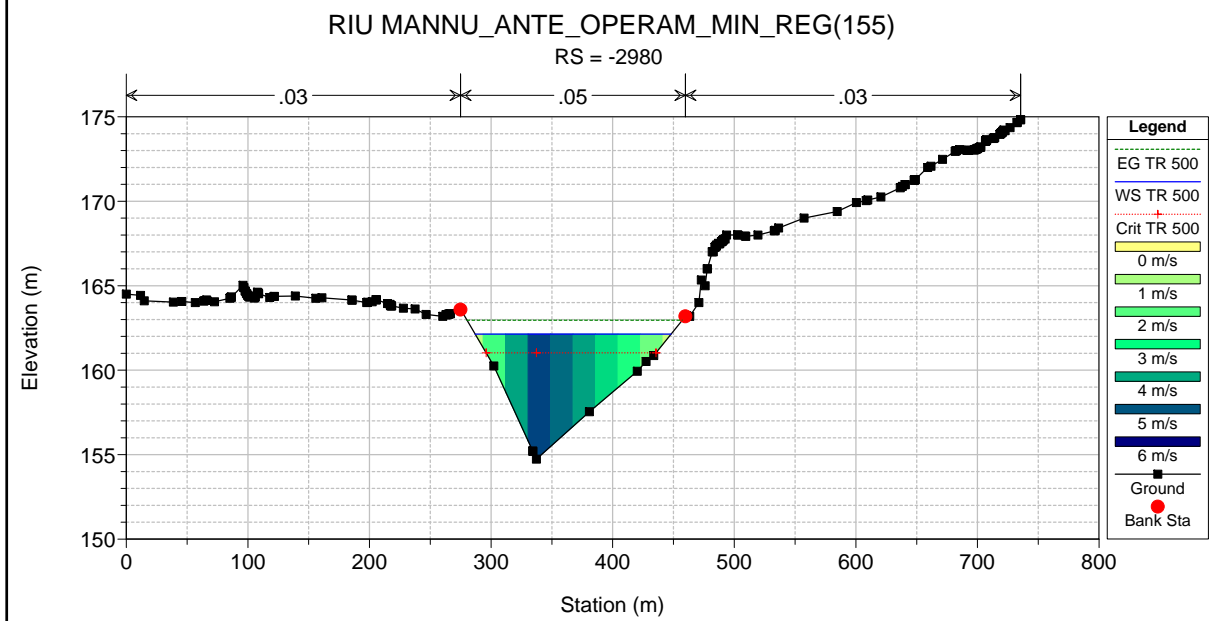
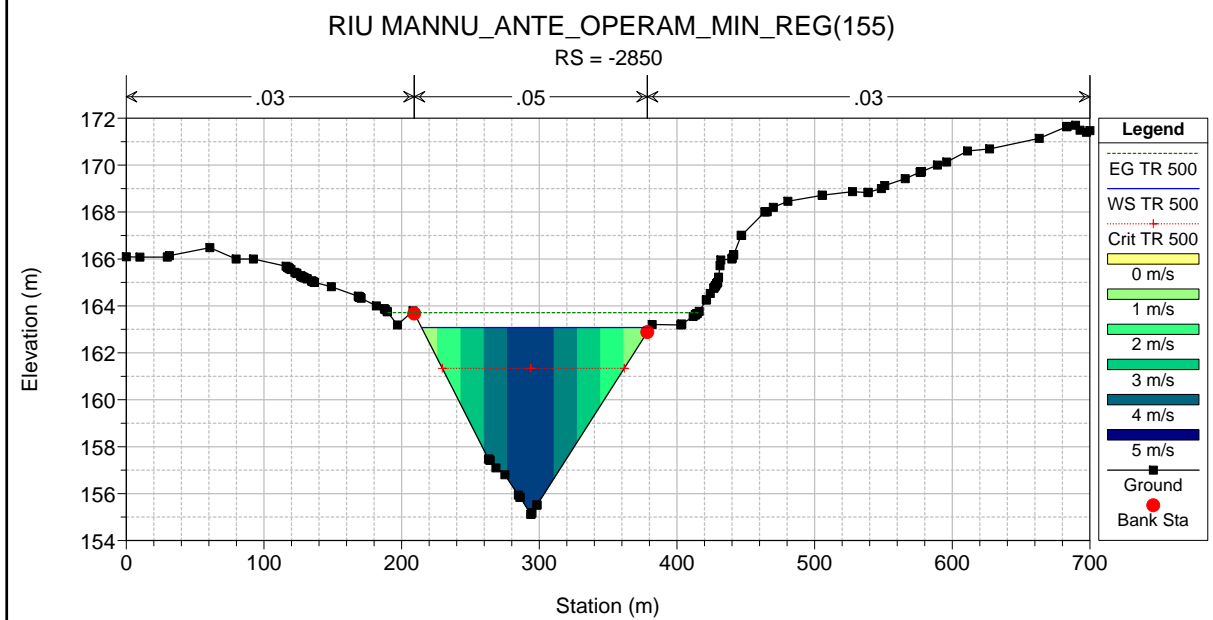
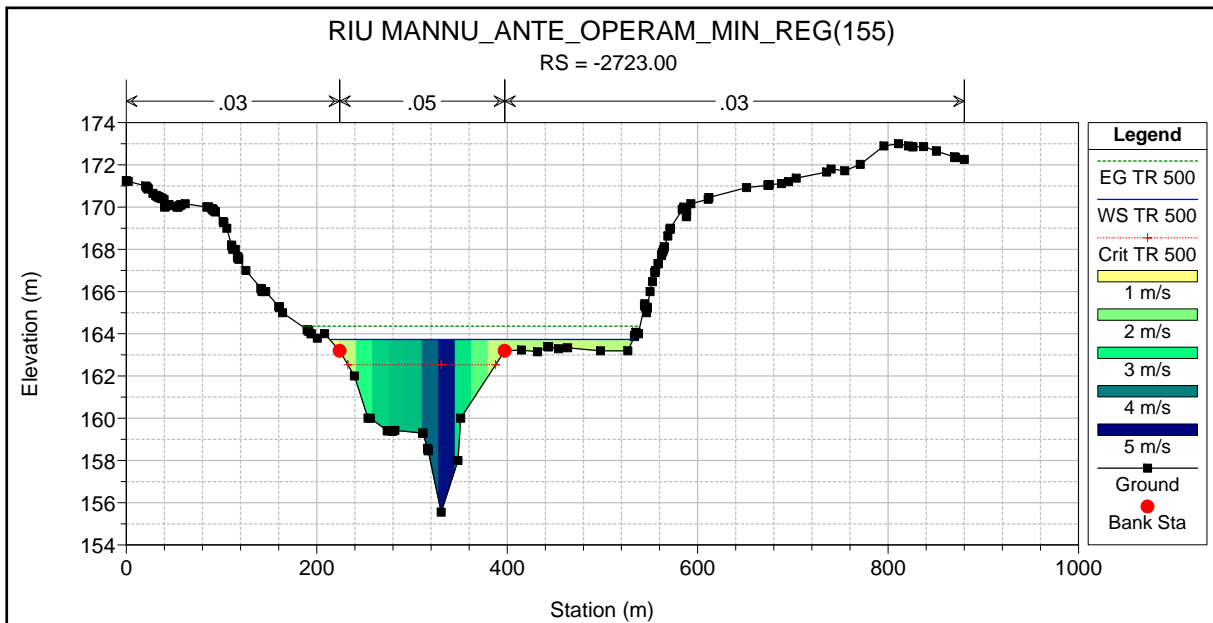






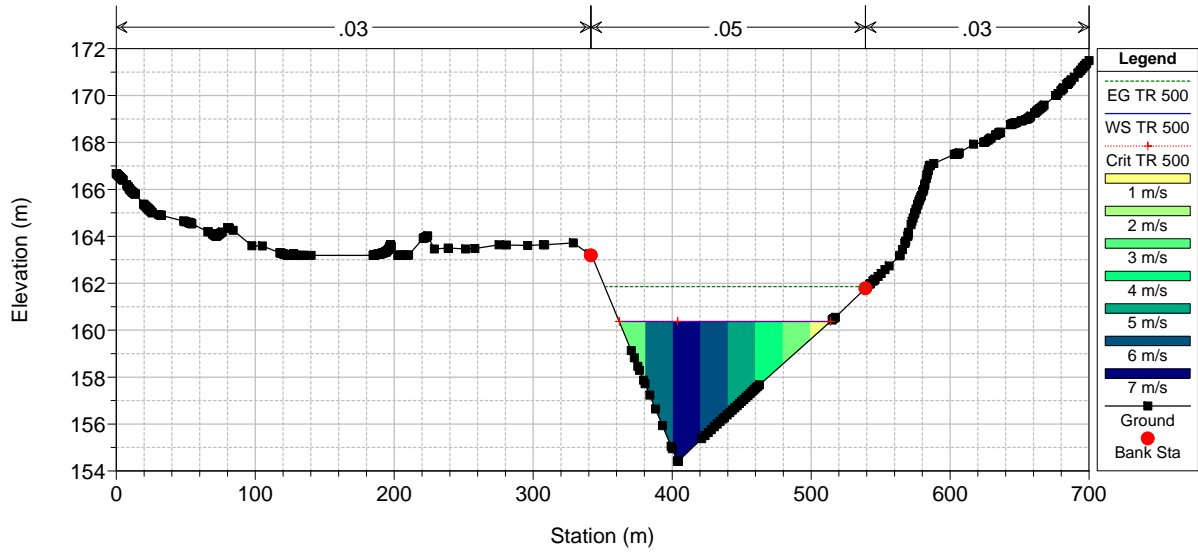






RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MIN_REG(155)

RS = -3079



ALLEGATO 2.3

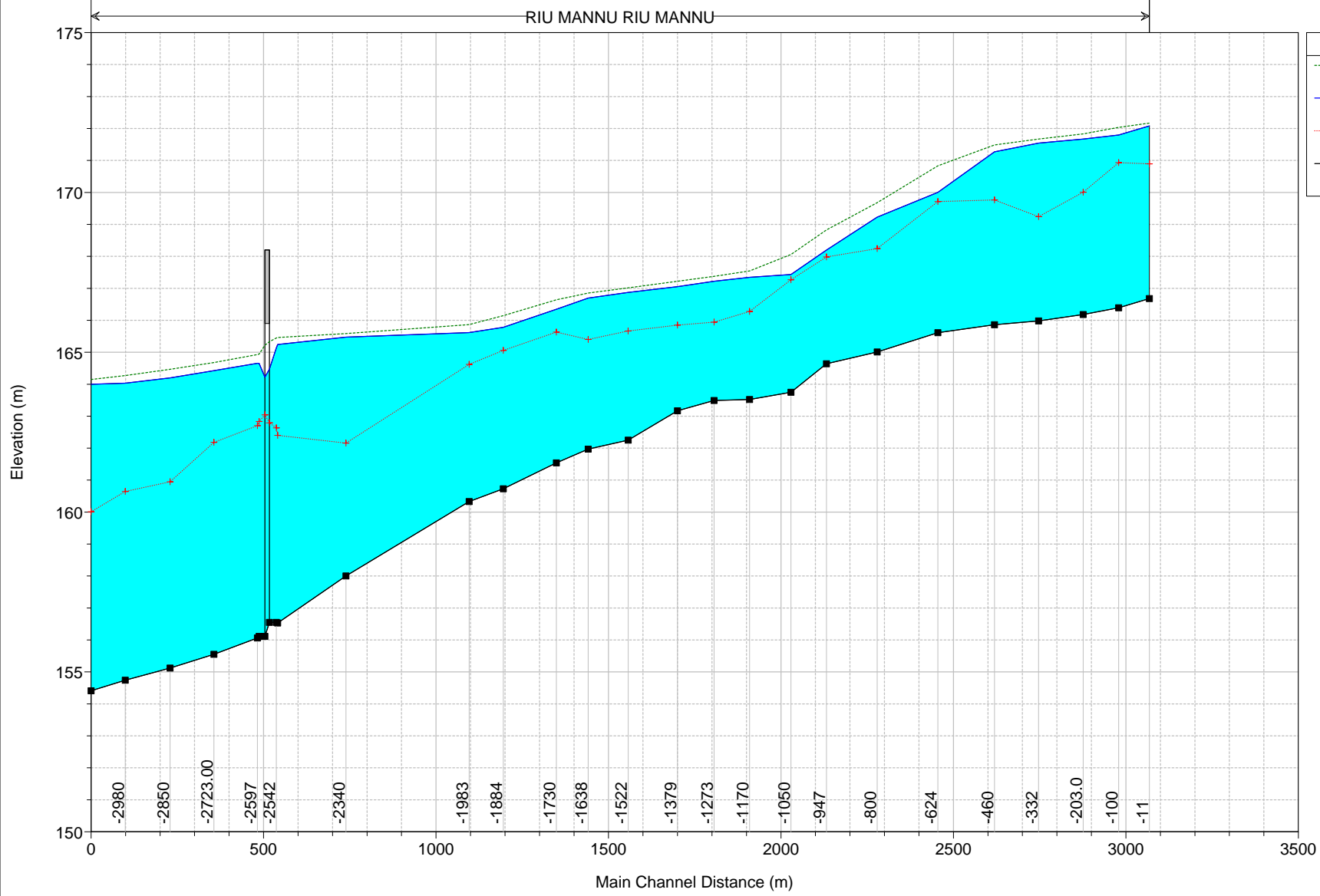
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam –
Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: ANTE_ (164) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

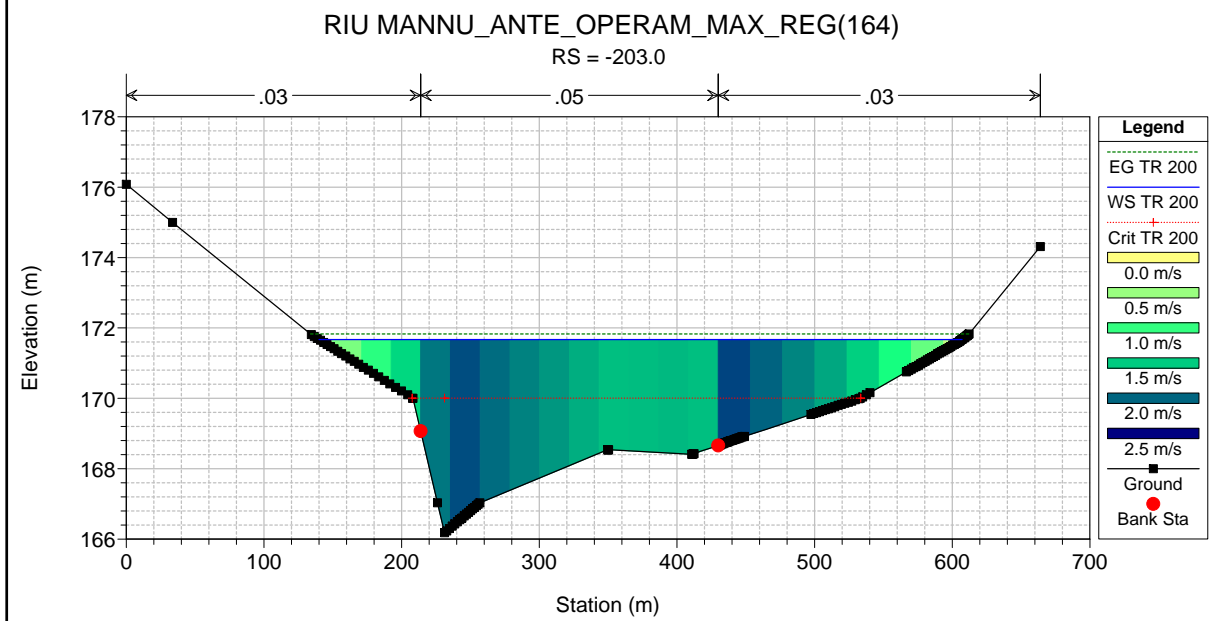
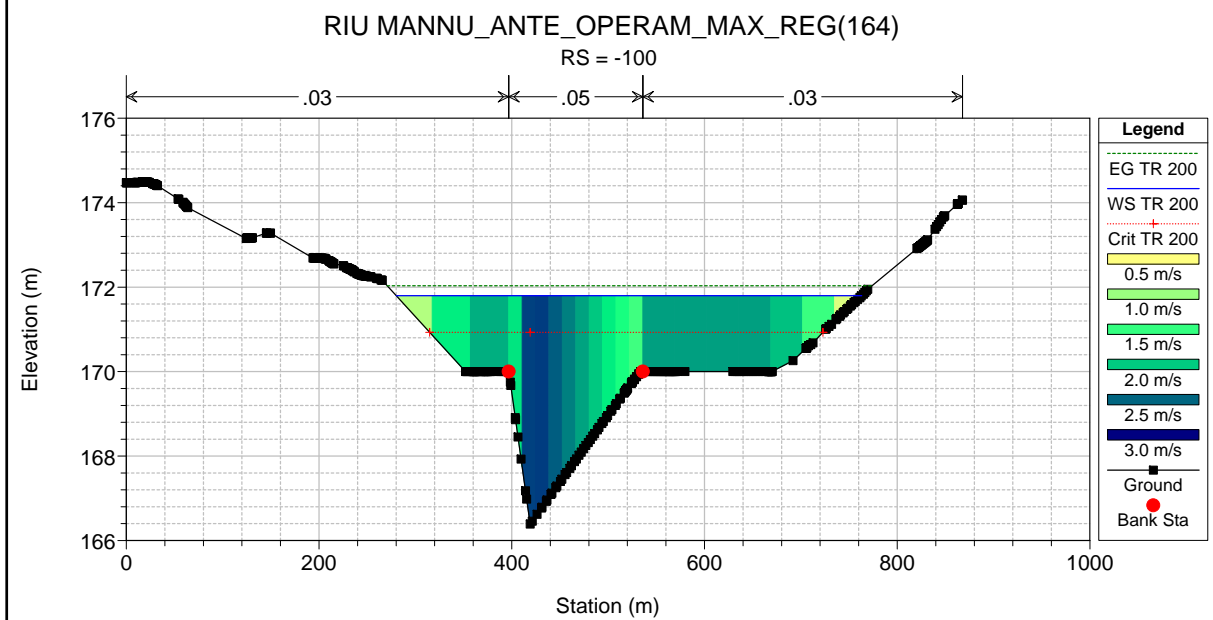
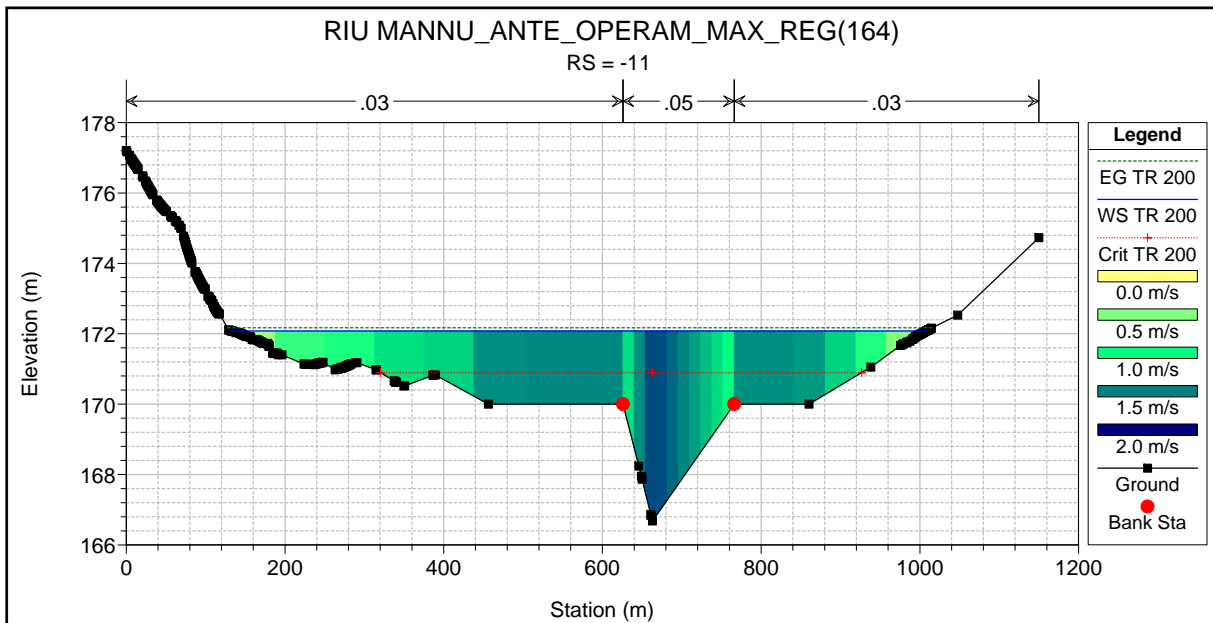
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.4	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	218.6	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.08	167.35	166.28	1.07	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.1	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.6	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.88	167.05	165.85	1.20	0.31	167.22	1.8	1.8	3.4	54.1	2.00
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.62	166.87	165.67	1.20	0.27	167.01	1.5	1.7	3.1	38.3	2.20
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.73	166.70	165.40	1.30	0.31	166.85	1.7	1.7	3.2	49.4	2.30
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.80	166.34	165.63	0.71	0.43	166.64	2.5	2.4	3.4	104.2	1.95
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	5.05	165.78	165.06	0.72	0.44	166.15	2.7	2.7	3.7	113.0	2.32
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.29	165.62	164.62	1.00	0.36	165.87	2.2	2.2	3.8	75.9	2.23
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.48	165.48	162.16	3.32	0.16	165.59	1.3	1.5	6.5	21.1	4.14
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	155.53	8.71	165.24	162.40	2.84	0.30	165.46	2.3	1.8	5.7	70.6	1.91
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	8.59	165.14	162.63	2.51	0.36	165.45	2.6	2.2	5.5	97.1	1.67
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	8.54	164.65	162.83	1.82	0.37	164.94	2.6	2.2	4.9	101.0	2.11
RIU MANNU	-2597	TR 200	2076.0	156.06	8.59	164.65	162.70	1.95	0.36	164.93	2.5	2.2	4.6	91.2	2.15
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	8.87	164.42	162.18	2.24	0.35	164.68	2.3	2.2	4.4	81.0	2.68
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	9.08	164.20	160.95	3.25	0.32	164.47	2.3	2.2	5.1	75.7	3.77
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	9.29	164.03	160.65	3.38	0.31	164.27	2.2	2.1	5.1	67.6	3.56
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	9.59	164.00	160.01	3.99	0.23	164.15	1.7	1.6	5.6	41.5	2.71

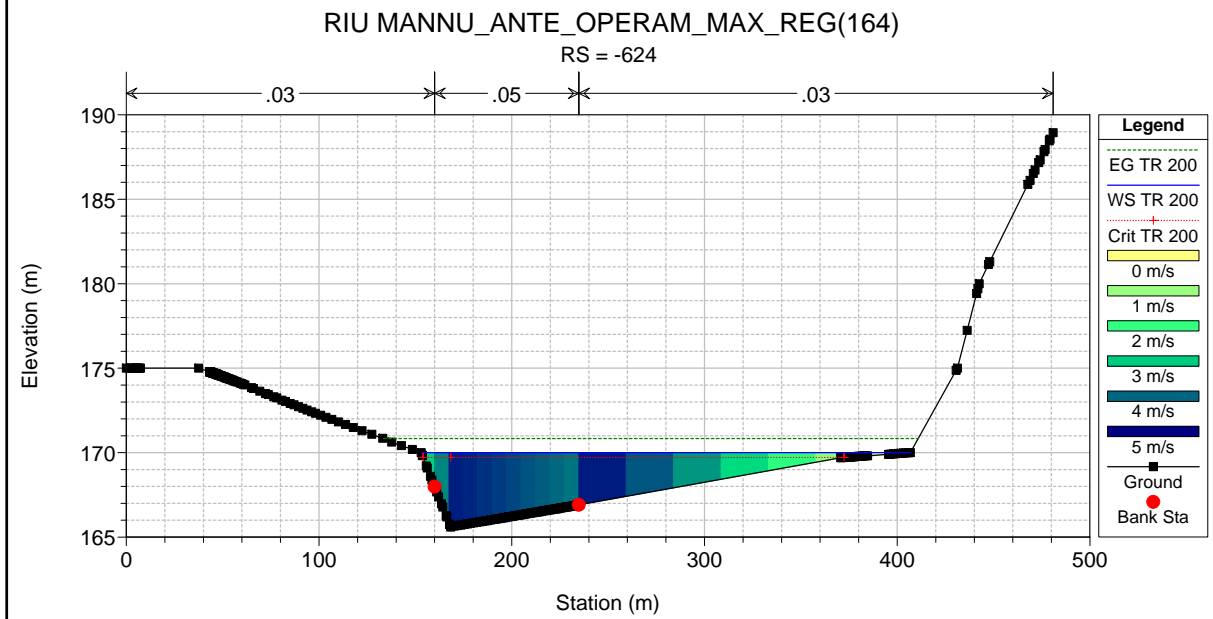
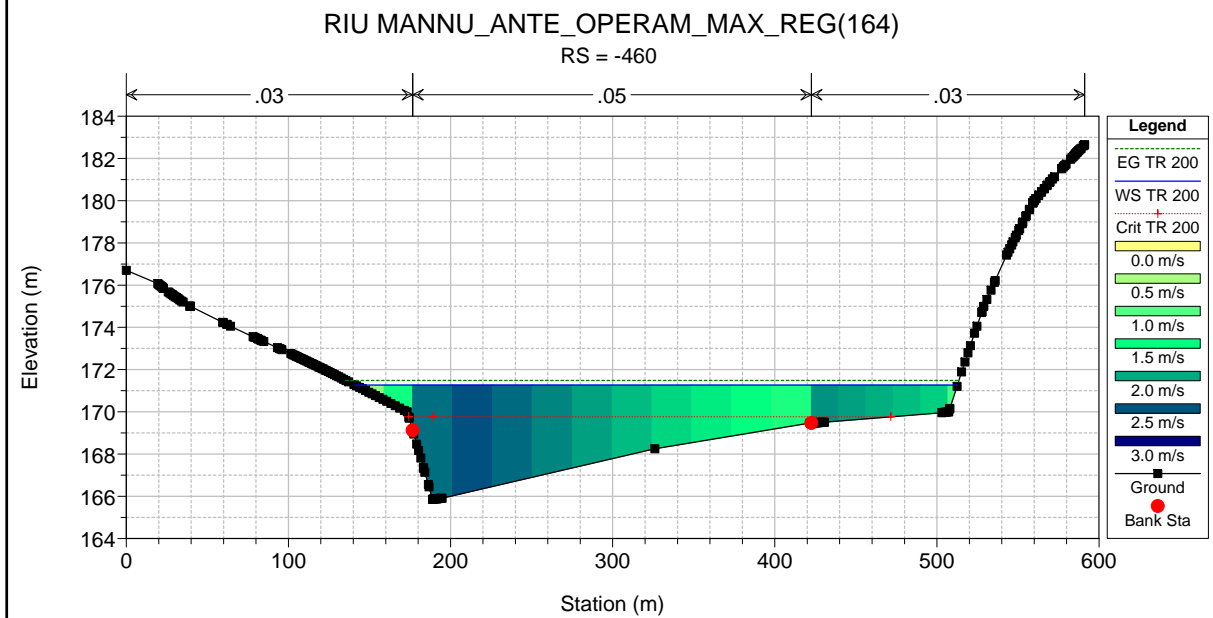
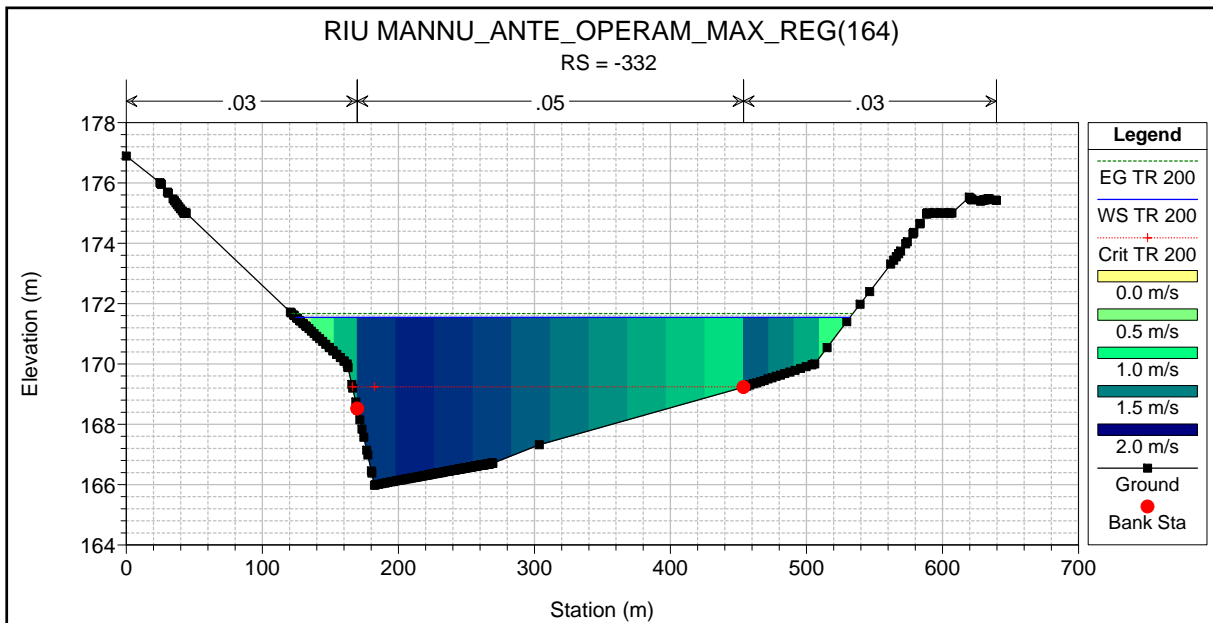
RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_REG(164)

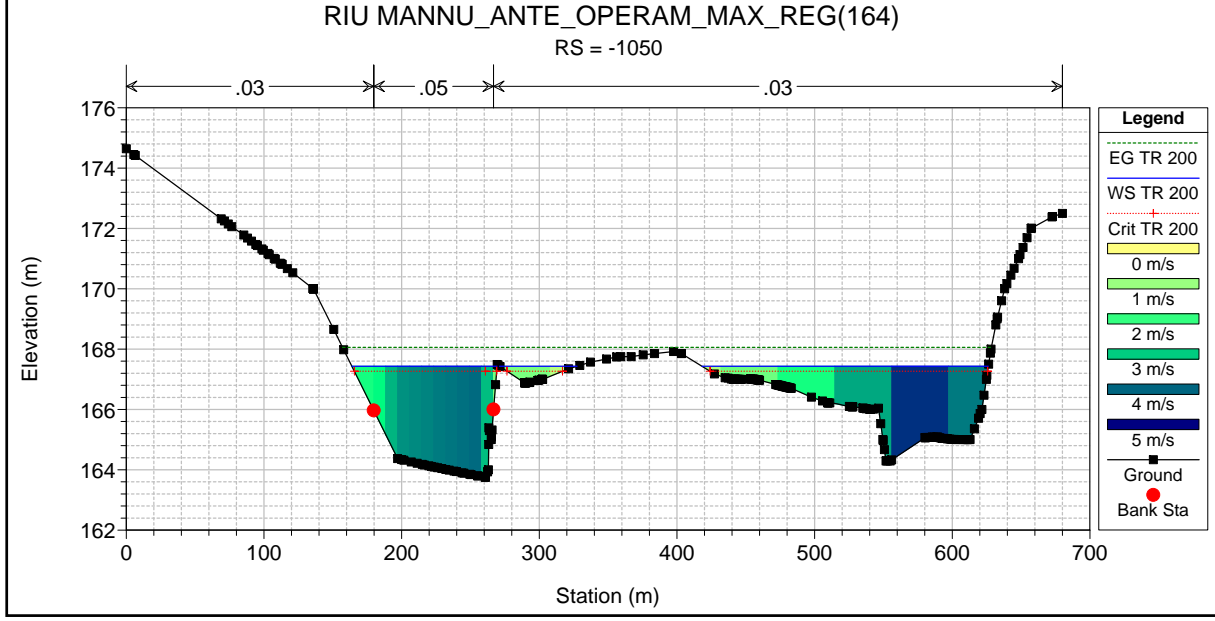
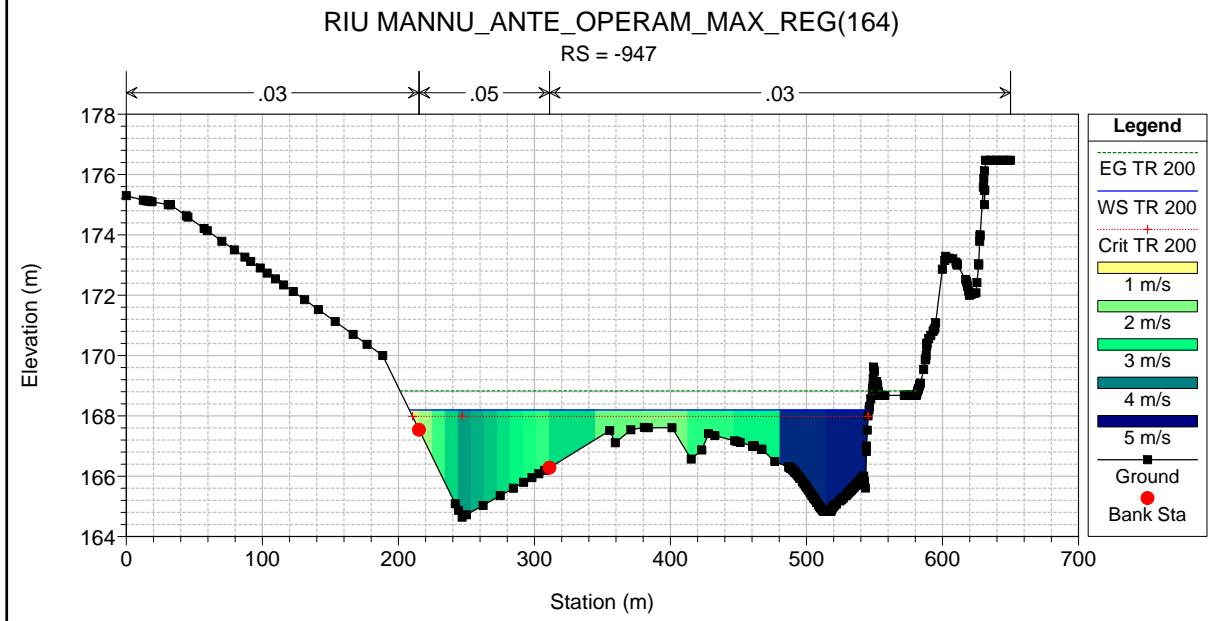
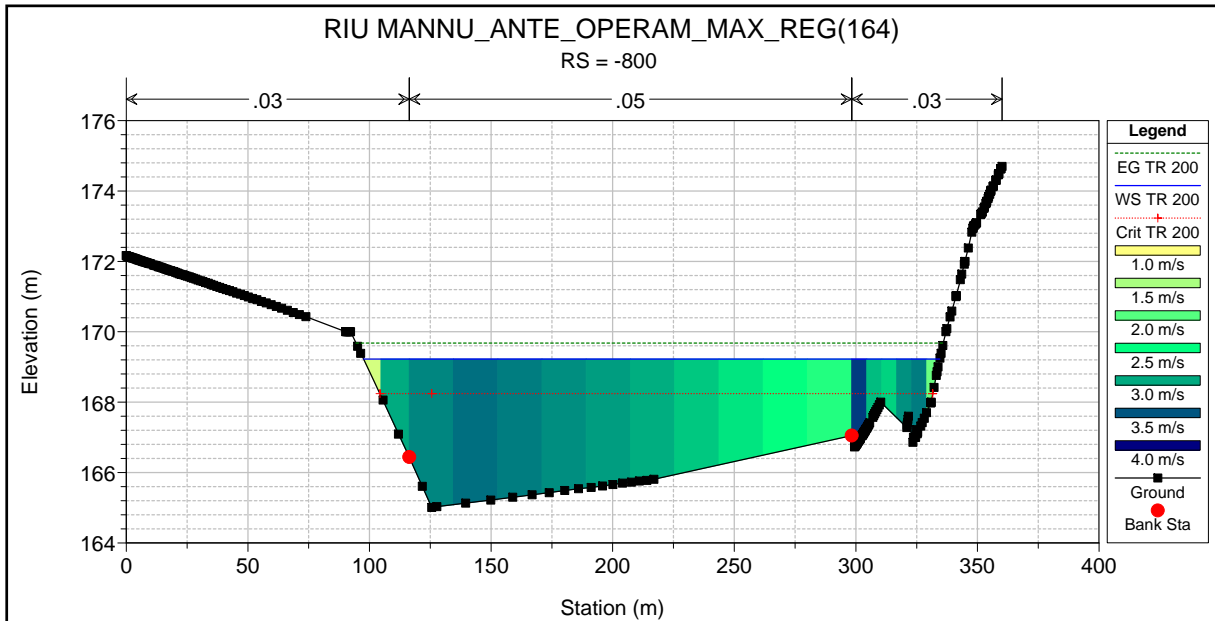
RIU MANNU RIU MANNU

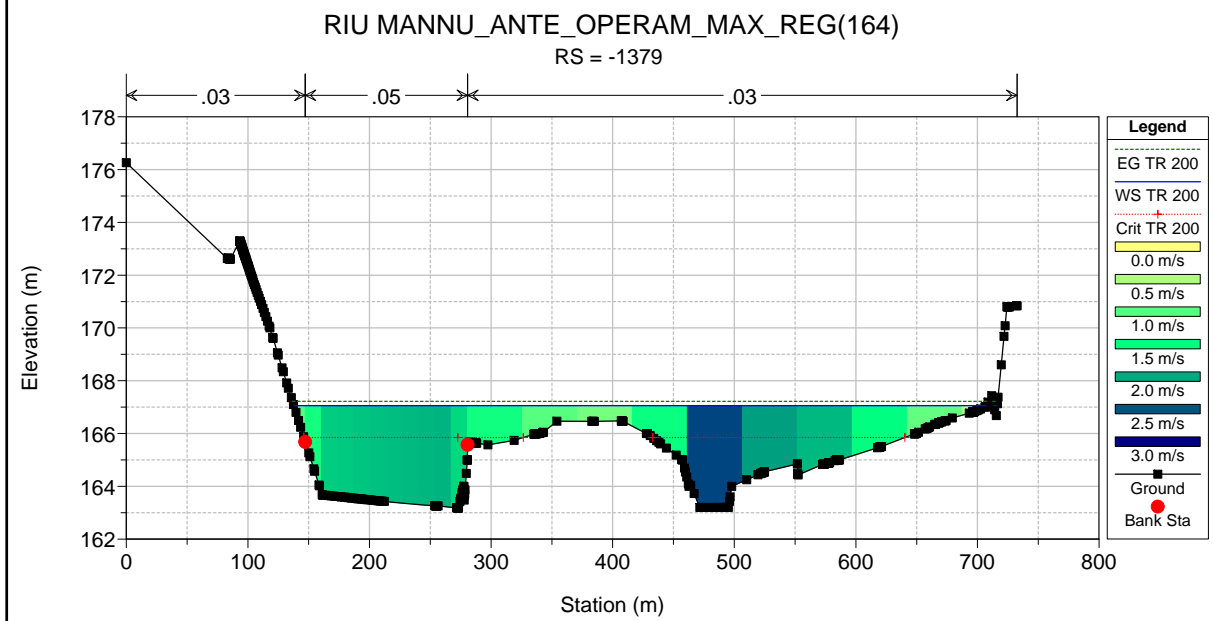
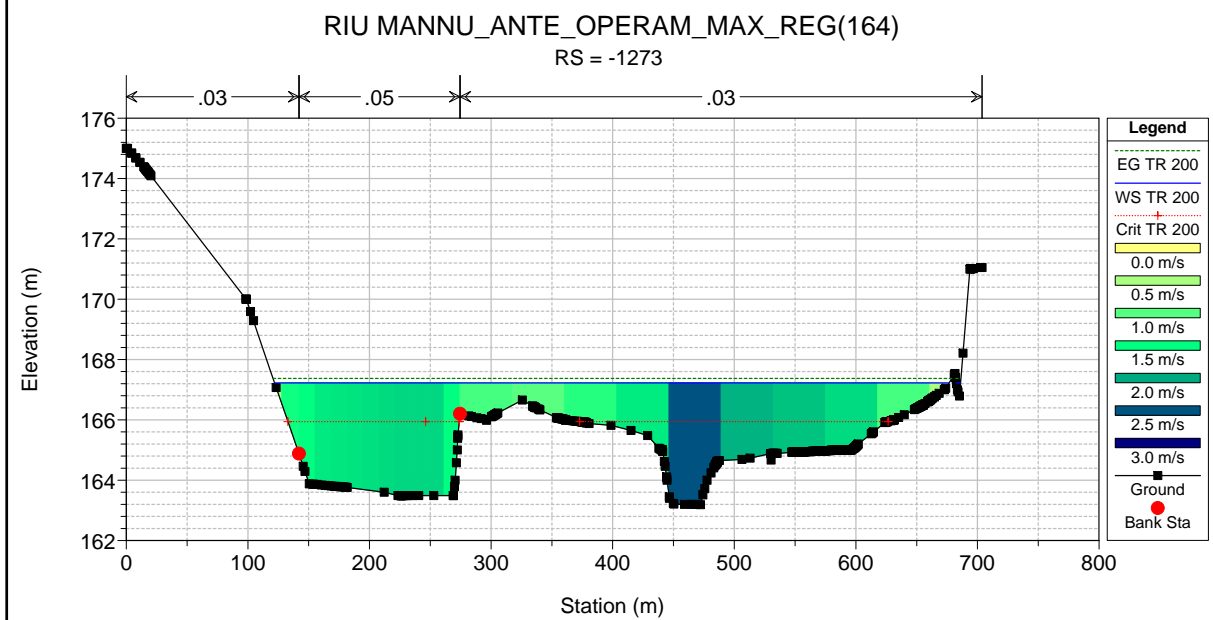
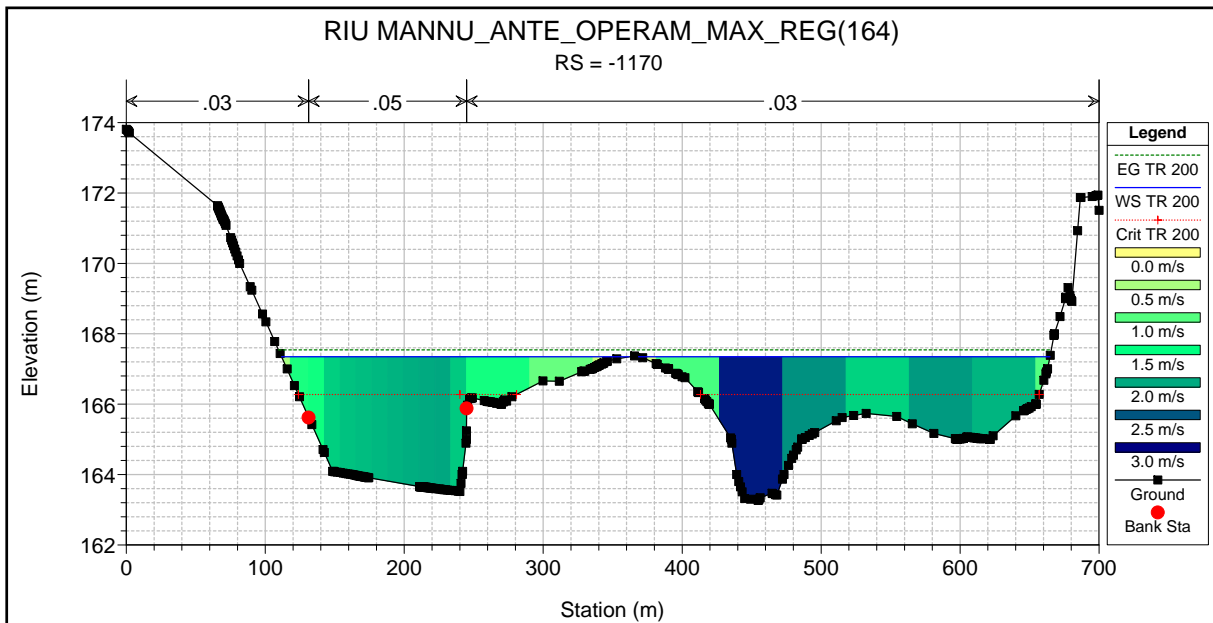


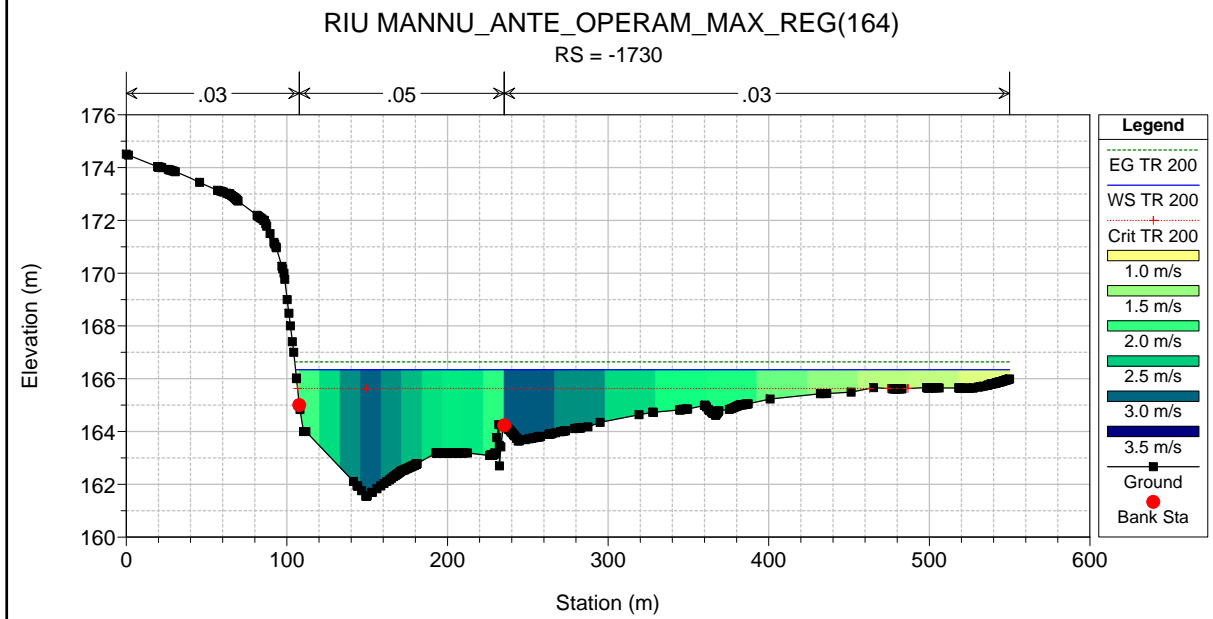
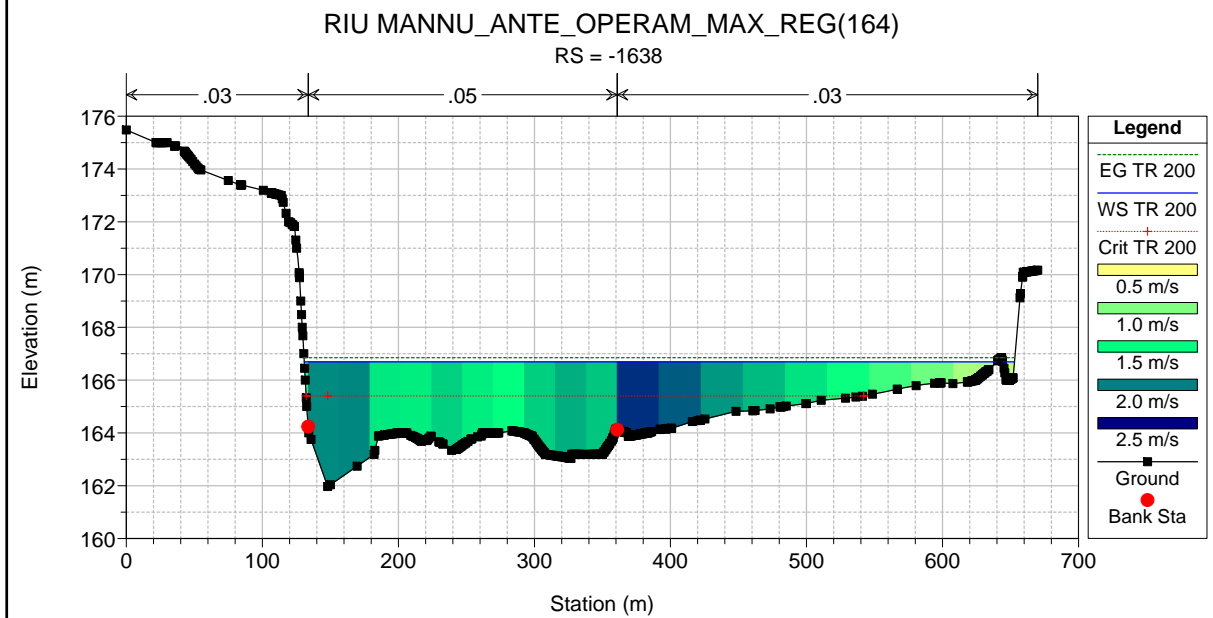
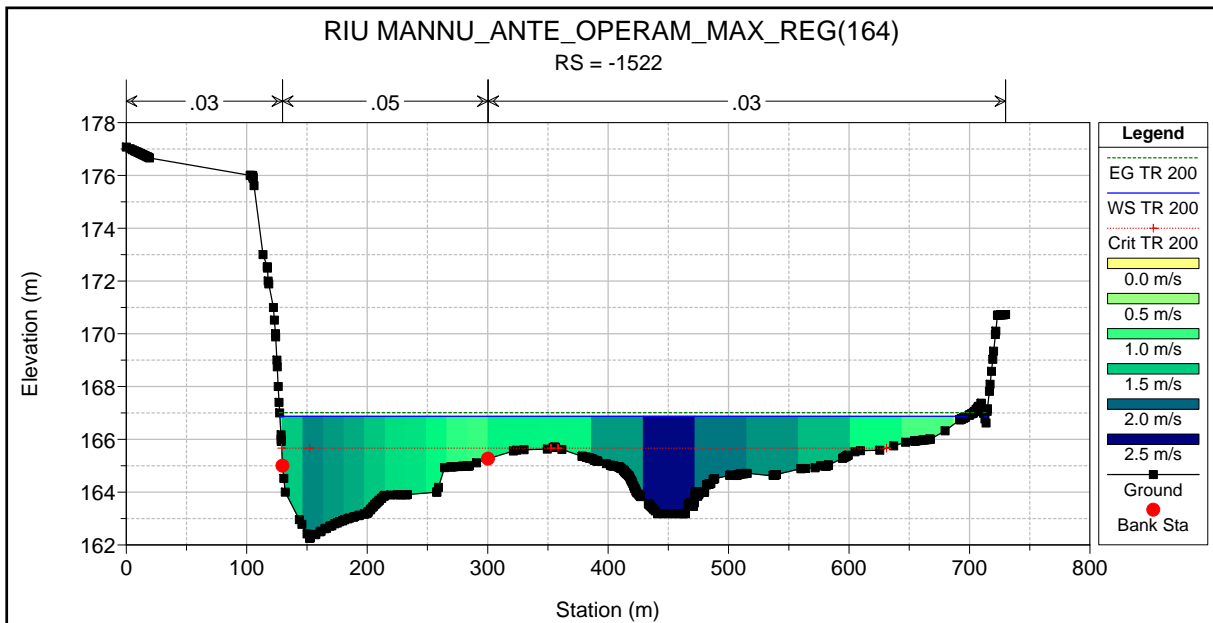
Legend	
EG TR 200	(Green dashed line)
WS TR 200	(Blue solid line)
Crit TR 200	(Red dotted line with '+' markers)
Ground	(Black solid line with square markers)

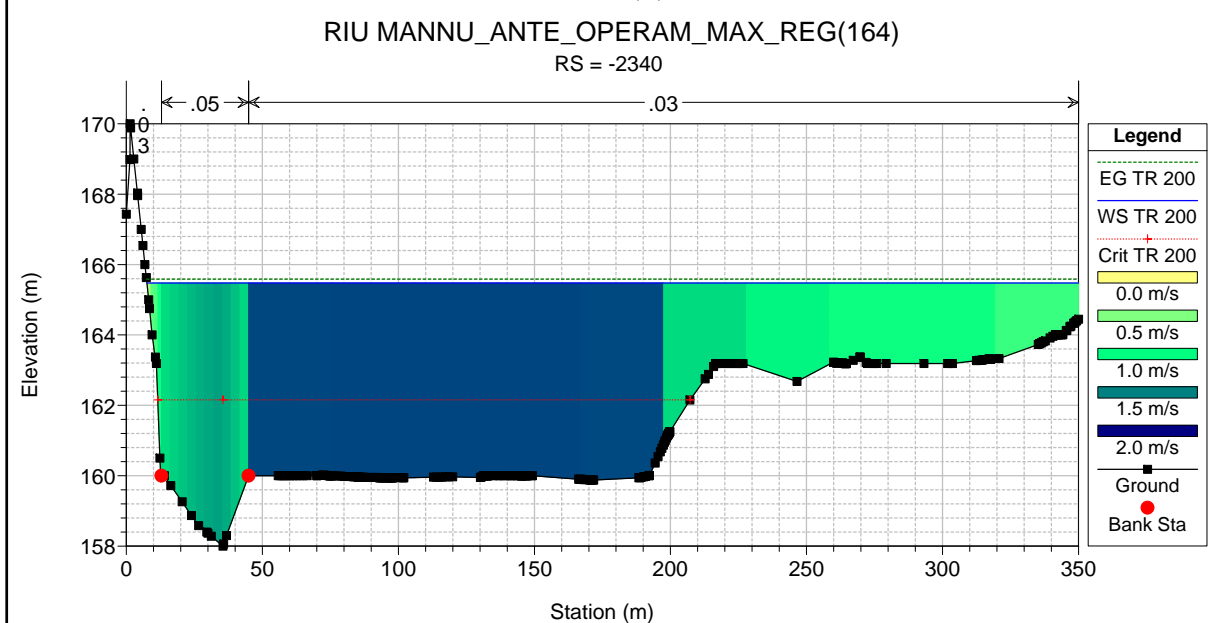
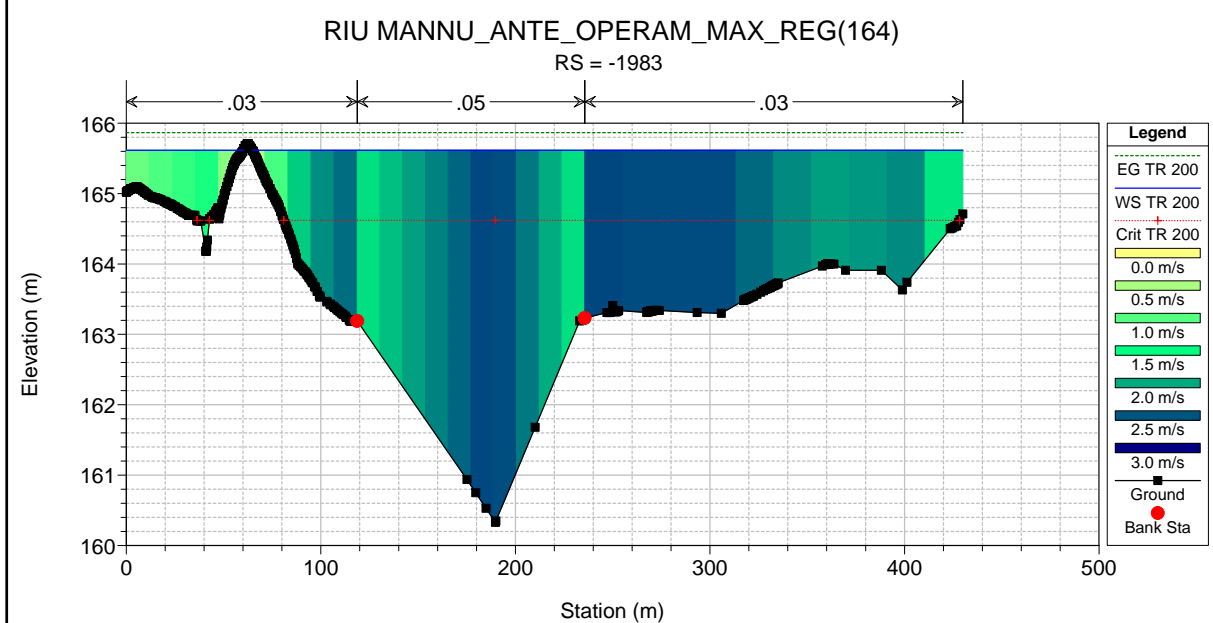
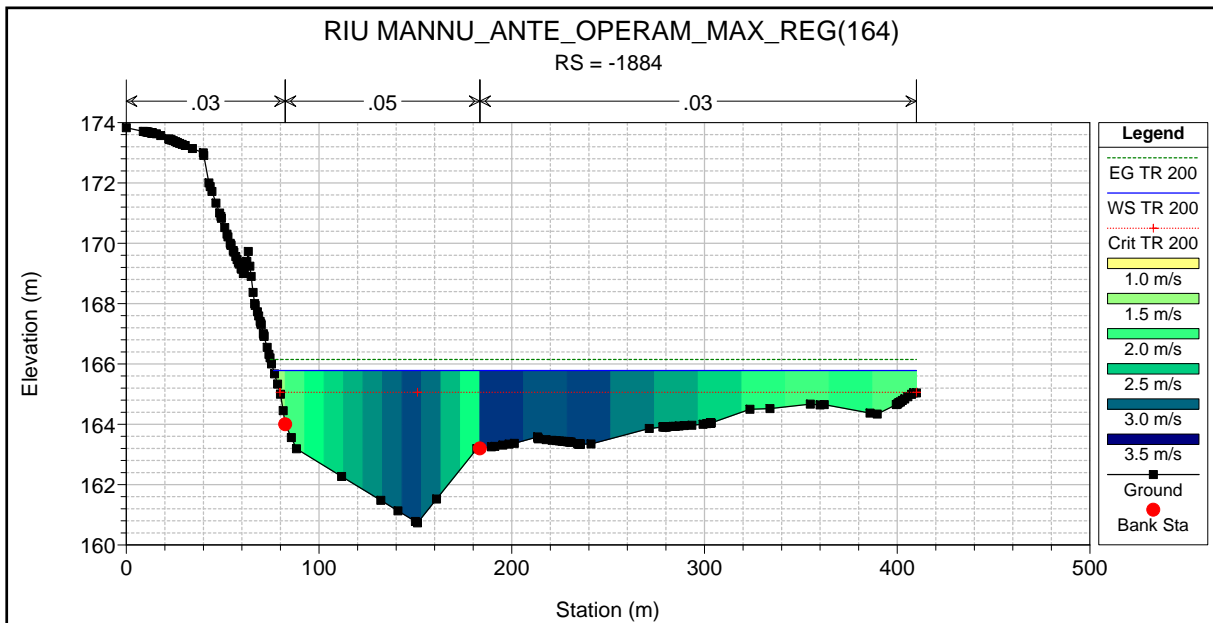


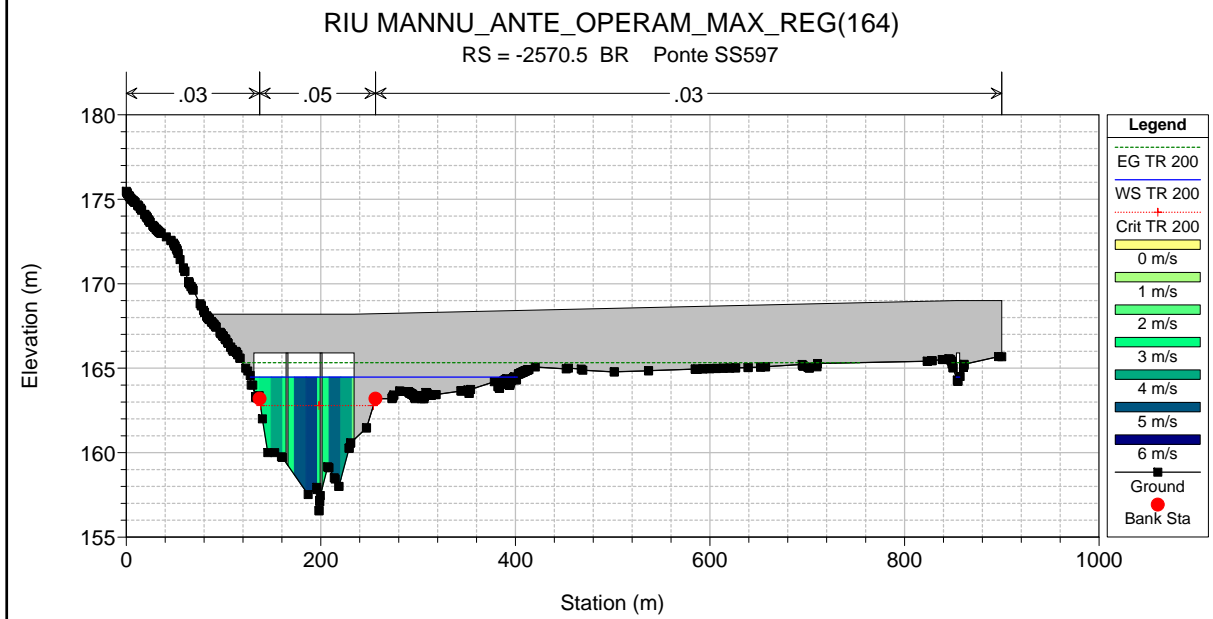
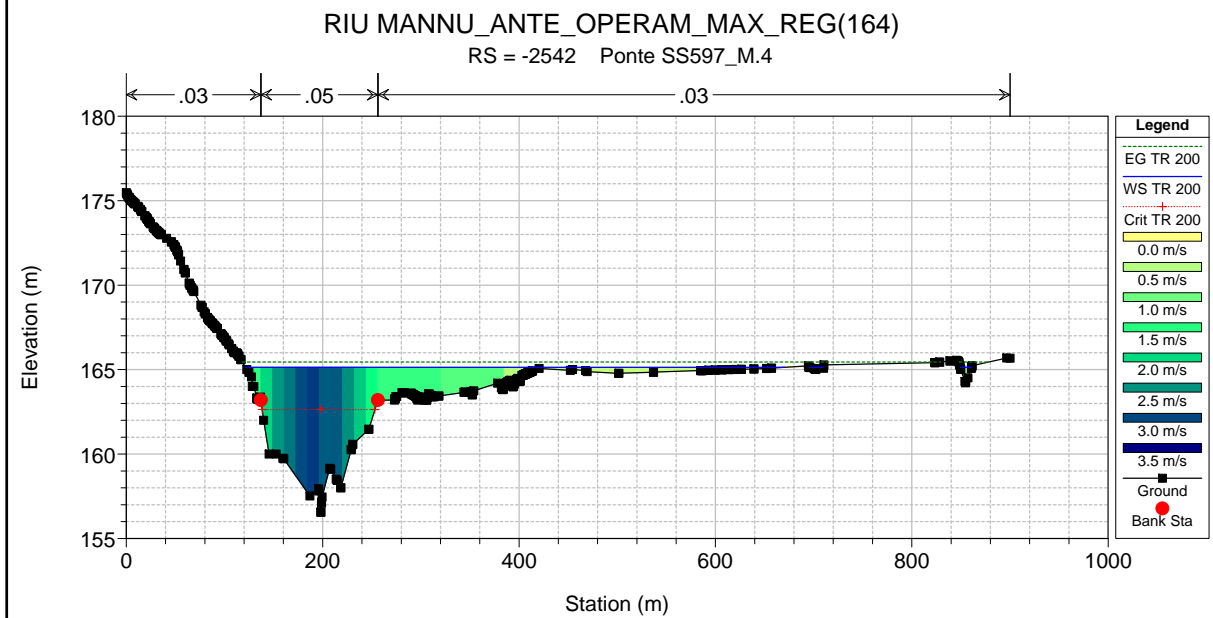
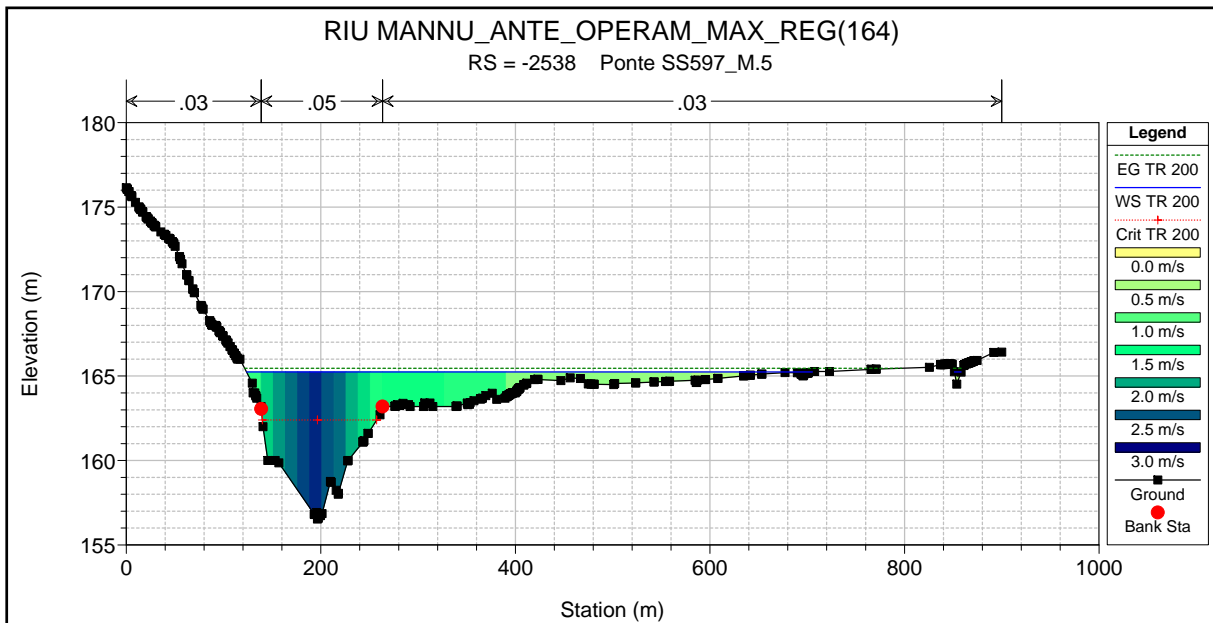


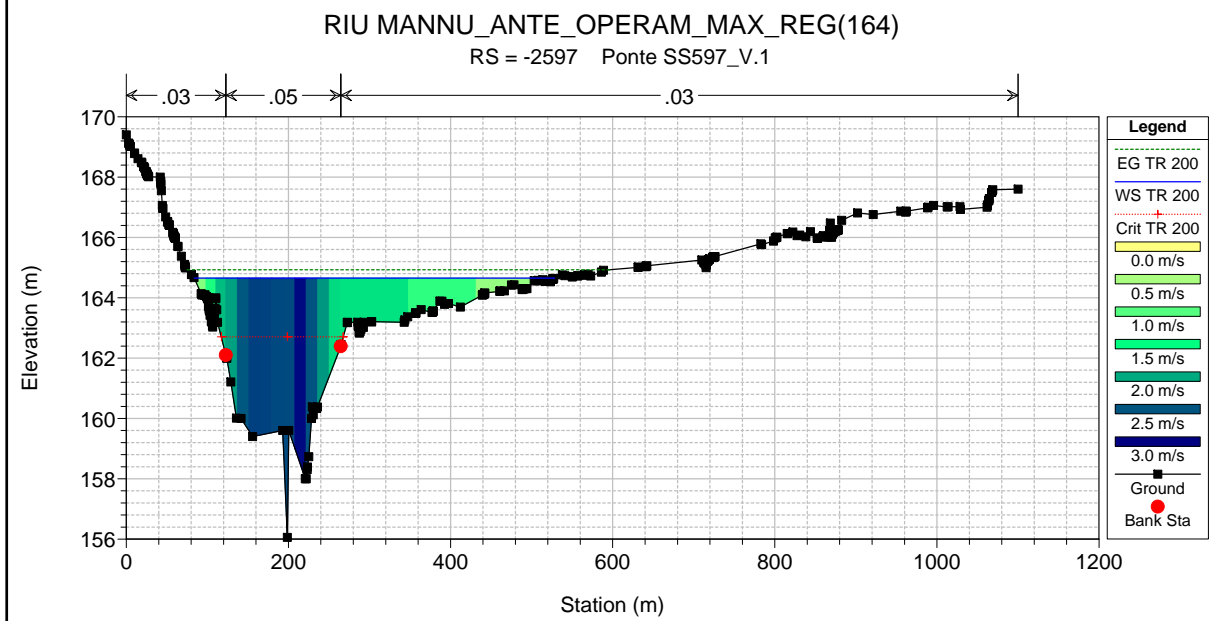
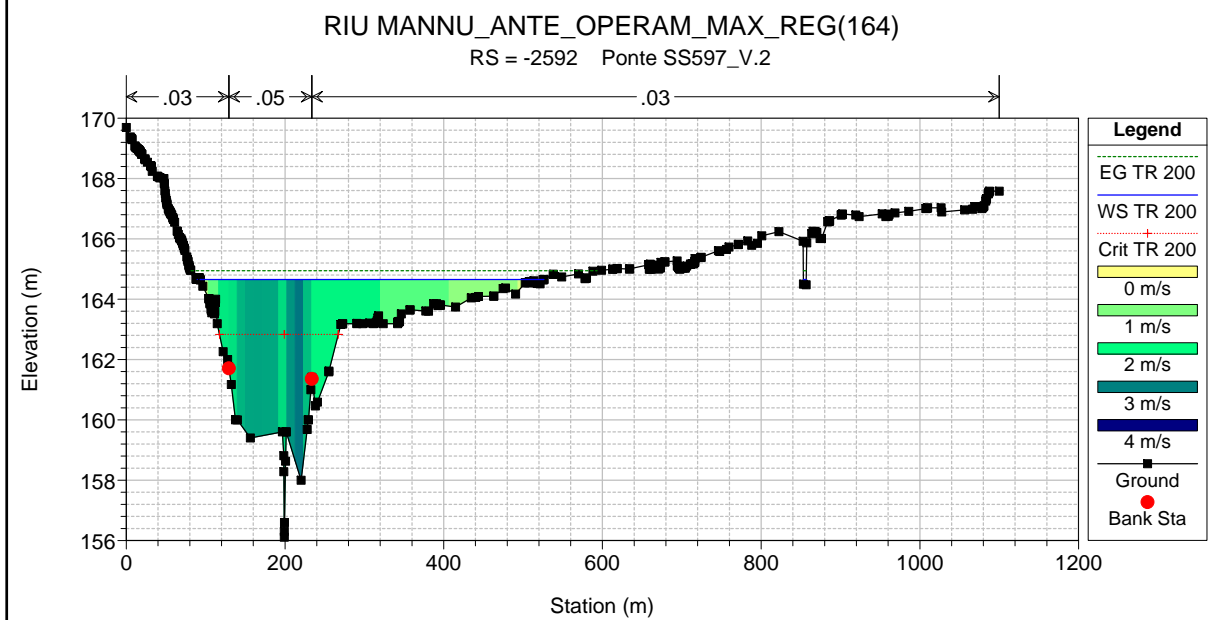
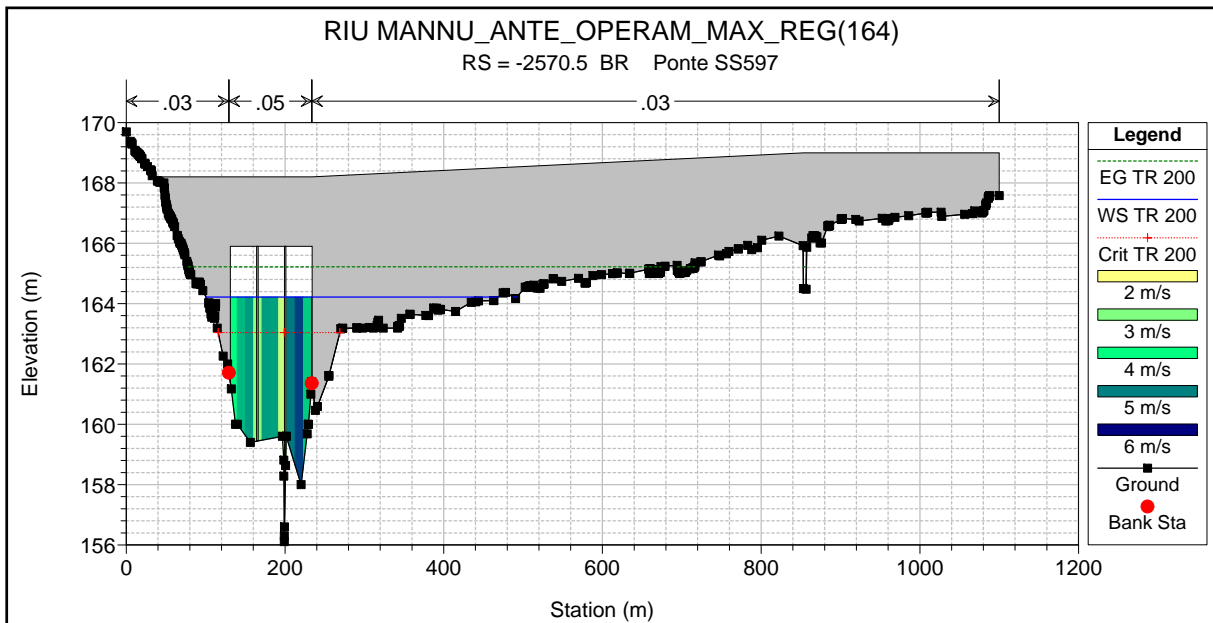


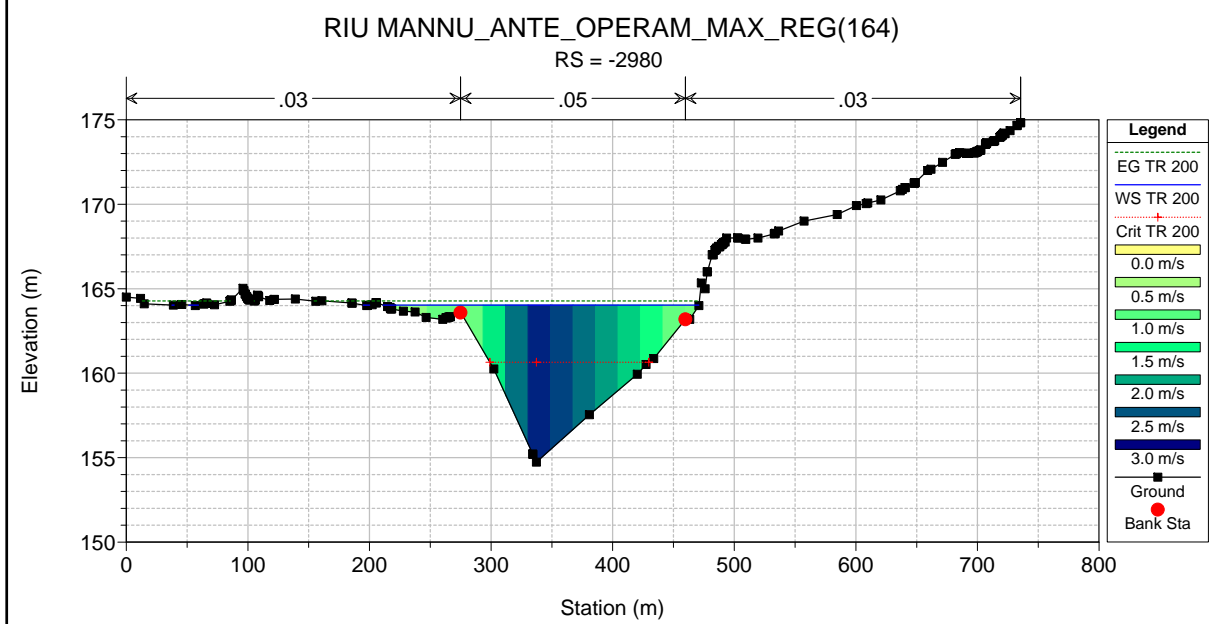
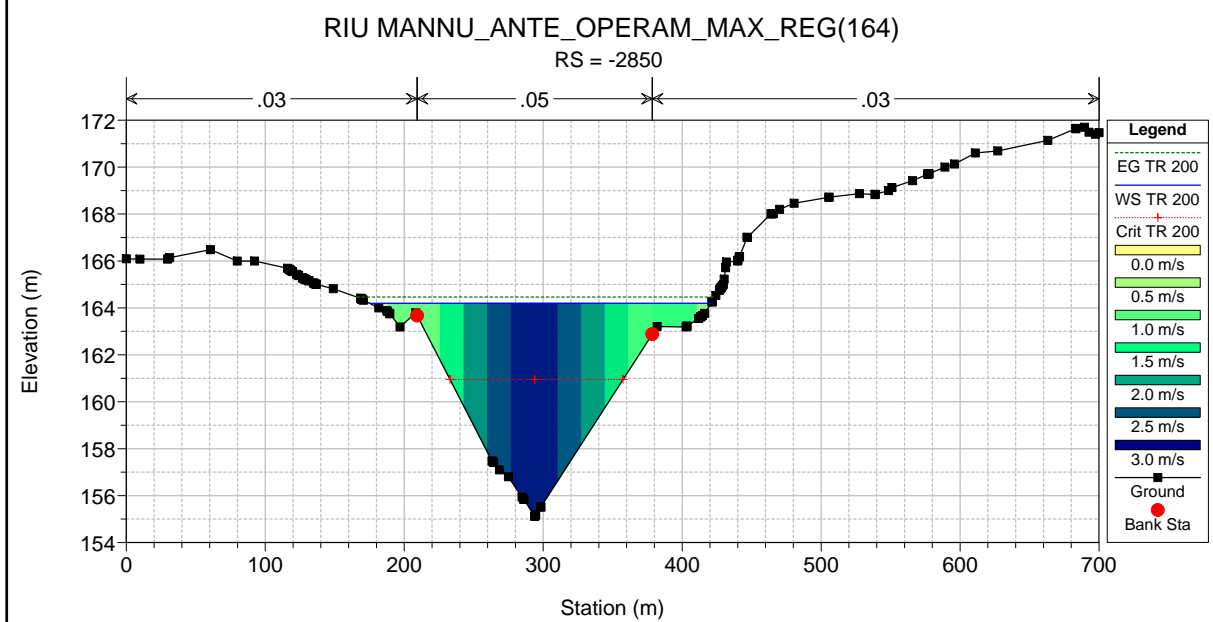
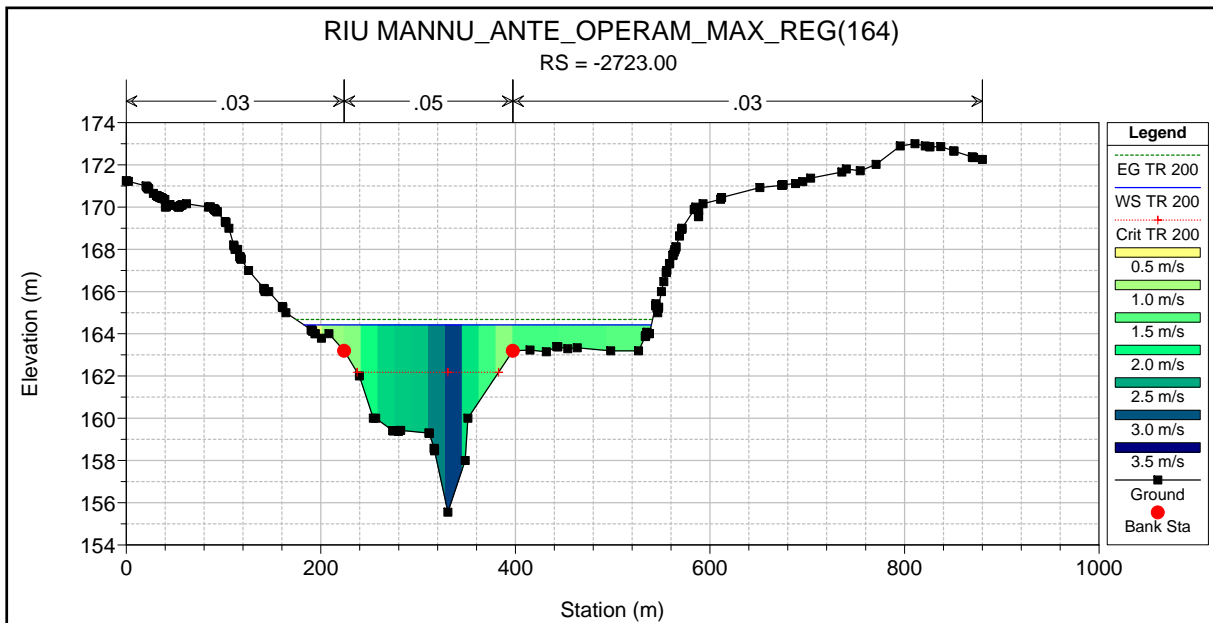






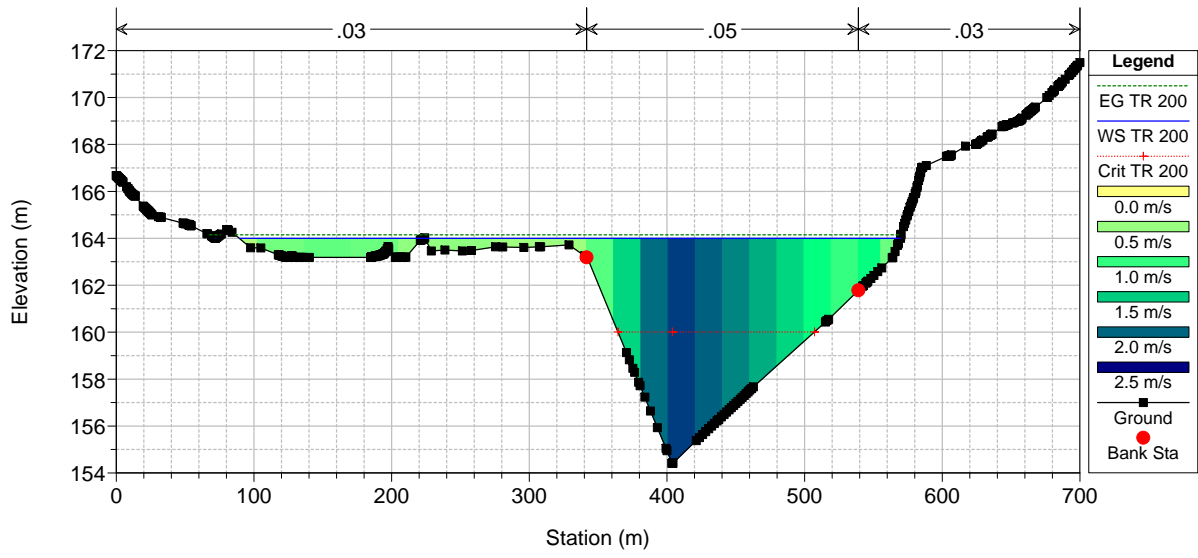






RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_REG(164)

RS = -3079



ALLEGATO 2.4

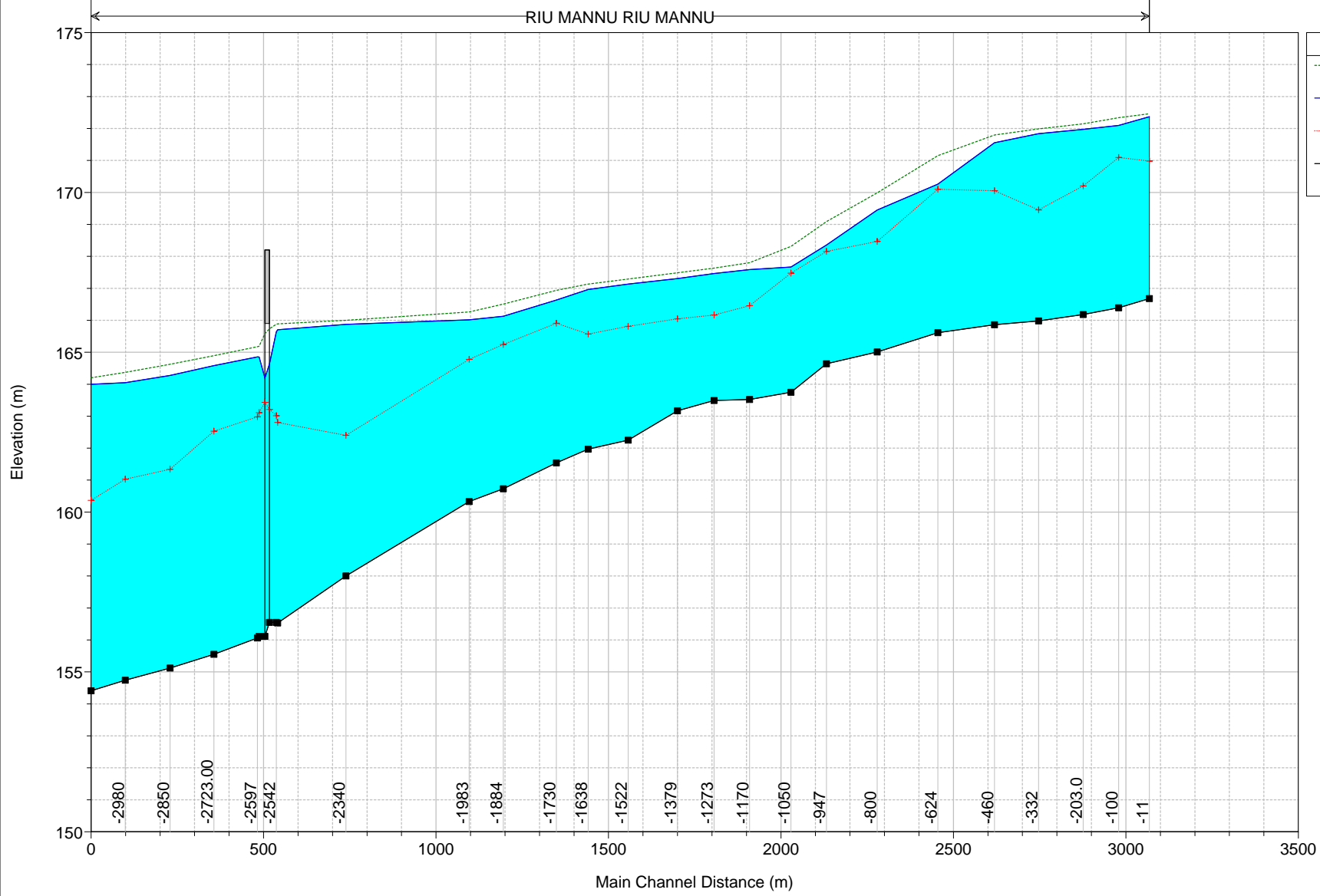
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam –
Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: ANTE_ (164) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.1	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	168.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.9	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.92	167.67	167.47	0.20	0.64	168.31	3.6	3.6	3.3	219.2	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.32	167.59	166.46	1.13	0.33	167.80	2.0	2.0	3.6	63.6	2.13
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.27	167.46	166.17	1.29	0.28	167.63	1.7	1.8	3.7	46.3	2.37
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.13	167.30	166.05	1.25	0.31	167.49	1.8	1.9	3.7	54.1	2.23
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.88	167.13	165.81	1.32	0.27	167.29	1.6	1.7	3.4	39.4	2.42
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.99	166.96	165.57	1.39	0.30	167.13	1.8	1.8	3.5	51.4	2.54
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.09	166.83	165.91	0.72	0.41	166.94	2.5	2.4	3.7	98.4	2.24
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.40	166.13	165.24	0.89	0.42	166.51	2.6	2.7	4.0	106.8	2.66
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.68	166.01	164.78	1.23	0.33	166.26	2.1	2.2	4.2	68.7	2.80
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.87	165.87	162.40	3.47	0.16	166.00	1.3	1.6	6.9	22.6	4.53
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	155.53	9.17	165.70	162.80	2.90	0.28	165.89	2.2	1.7	6.2	62.6	1.94
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	9.09	165.64	163.01	2.63	0.32	165.88	2.4	1.9	6.0	80.6	1.88
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	8.74	164.85	163.11	1.74	0.40	165.19	2.9	2.4	5.1	119.3	2.01
RIU MANNU	-2597	TR 500	2431.0	156.06	8.79	164.85	162.98	1.87	0.39	165.17	2.7	2.3	4.8	106.1	2.07
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	9.03	164.58	162.53	2.05	0.38	164.89	2.6	2.4	4.6	97.6	2.79
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	9.15	164.27	161.34	2.93	0.37	164.63	2.7	2.6	5.2	99.7	3.80
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	9.31	164.05	161.03	3.02	0.36	164.37	2.5	2.5	5.1	92.0	3.41
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	9.59	164.00	160.37	3.63	0.27	164.20	2.0	1.9	5.6	56.9	2.71

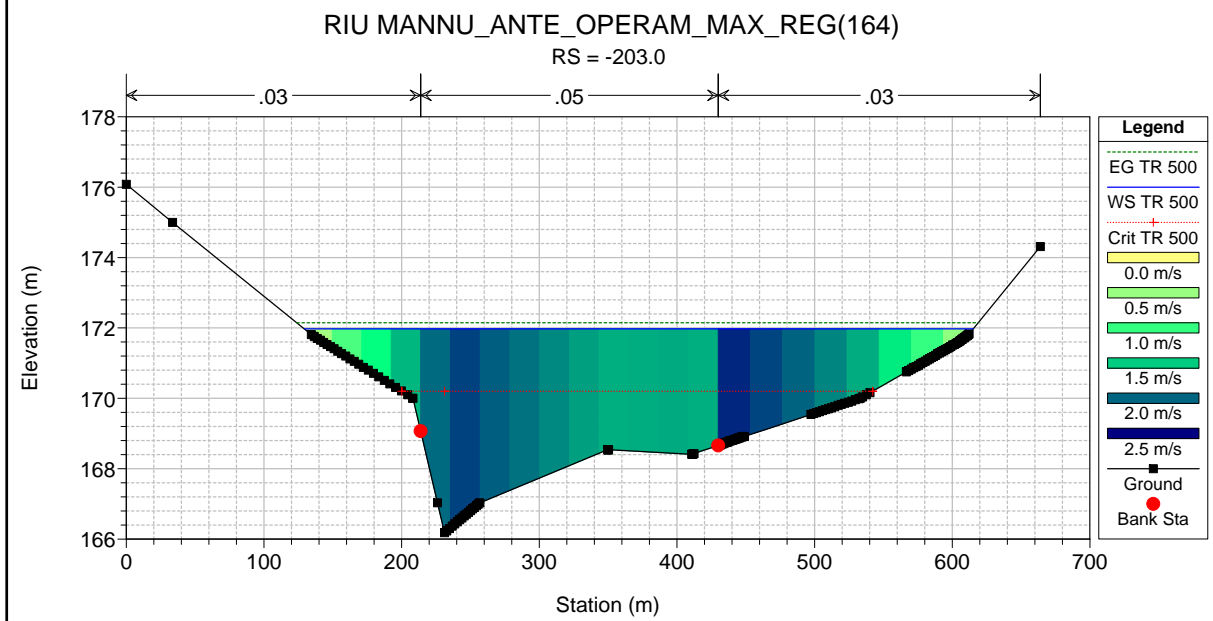
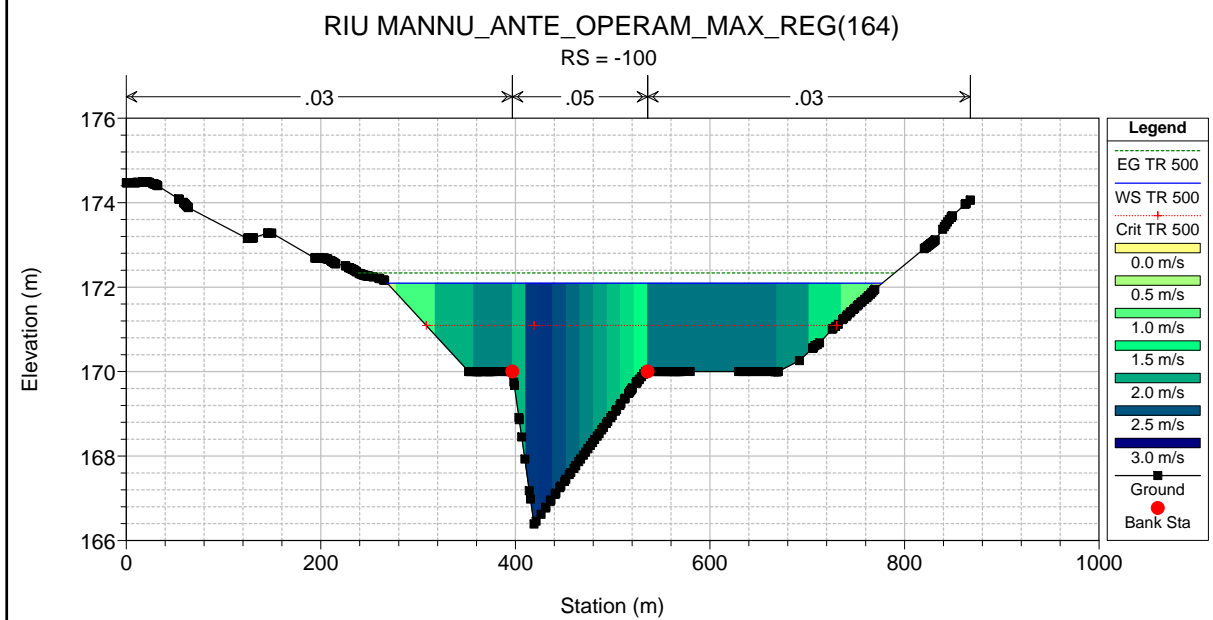
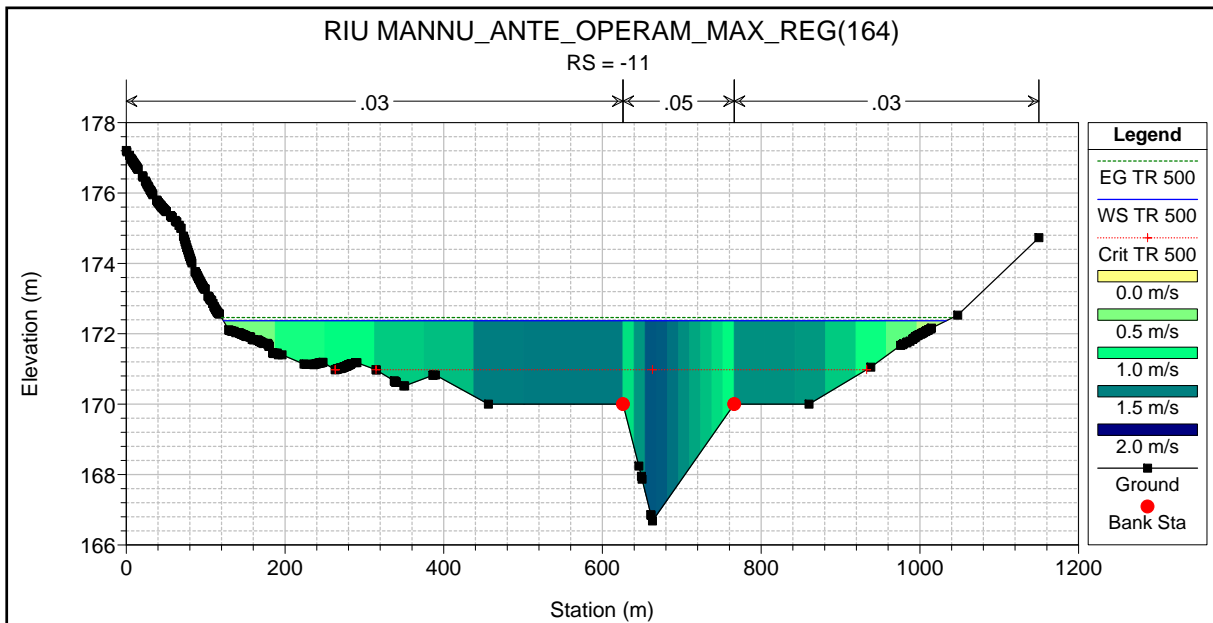
RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_REG(164)

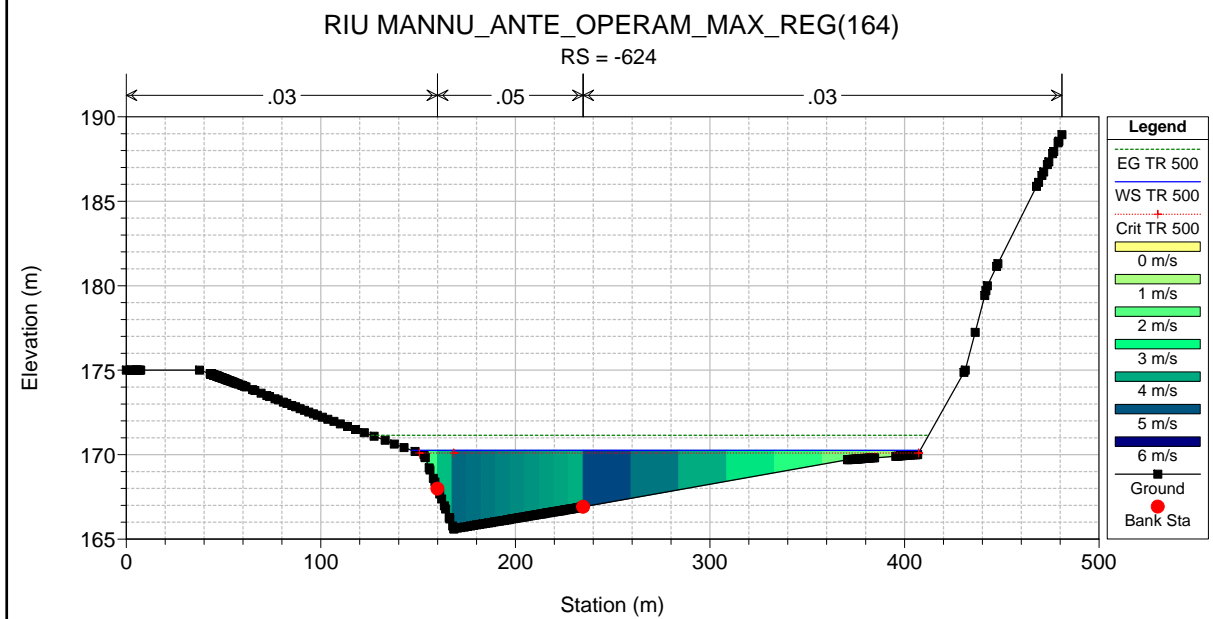
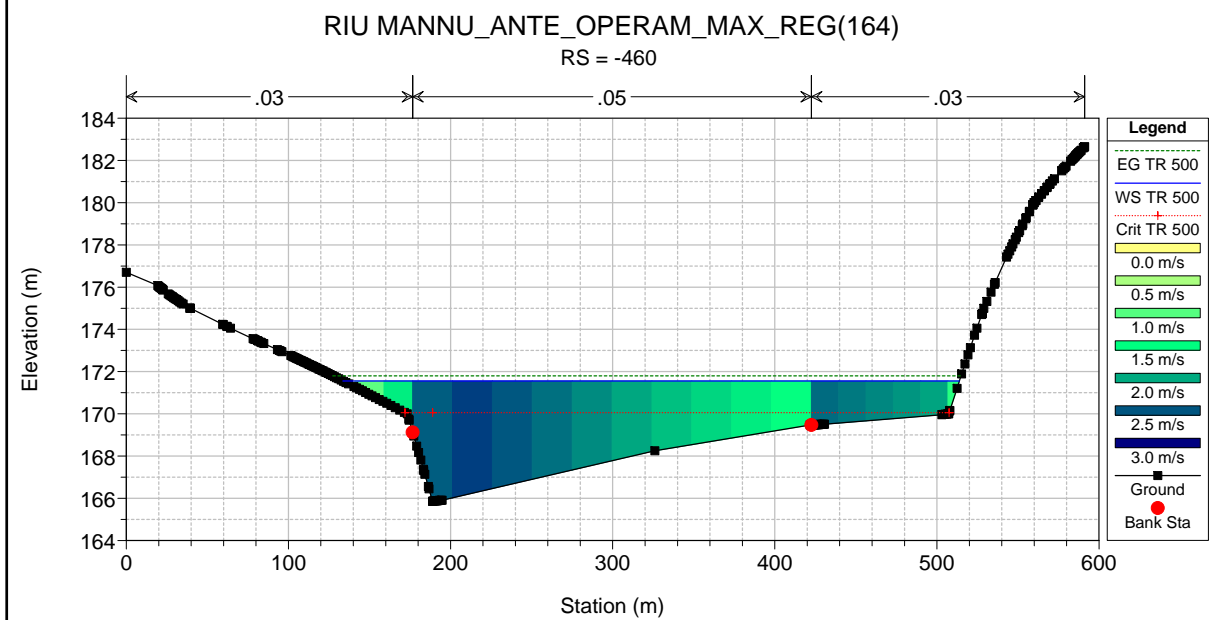
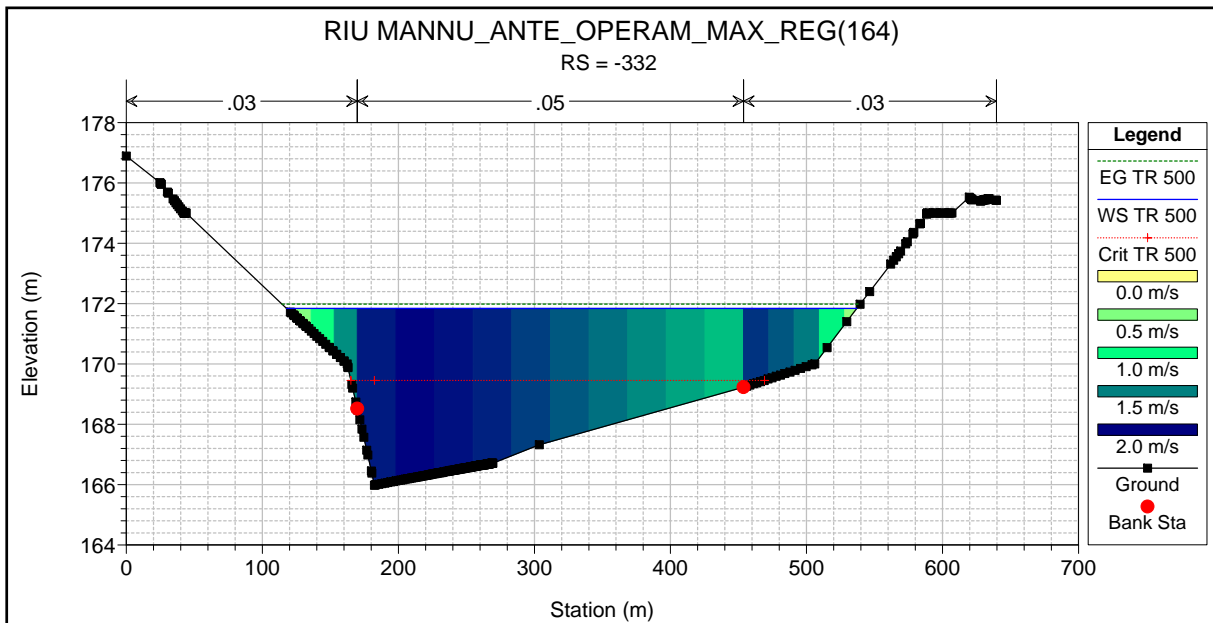
RIU MANNU RIU MANNU

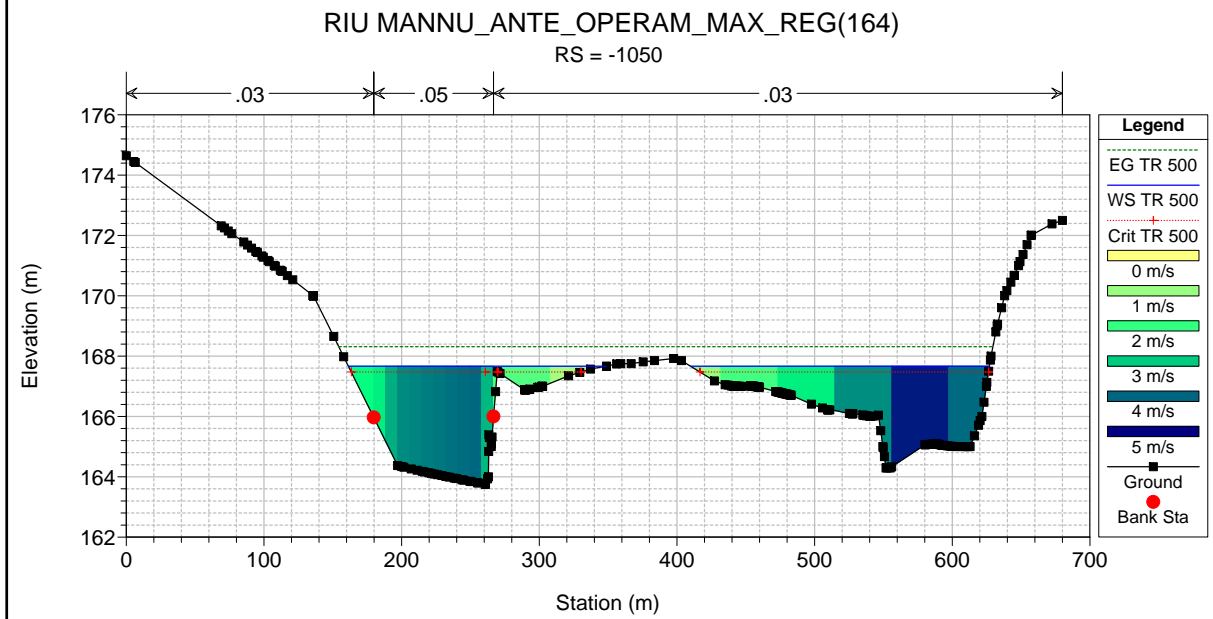
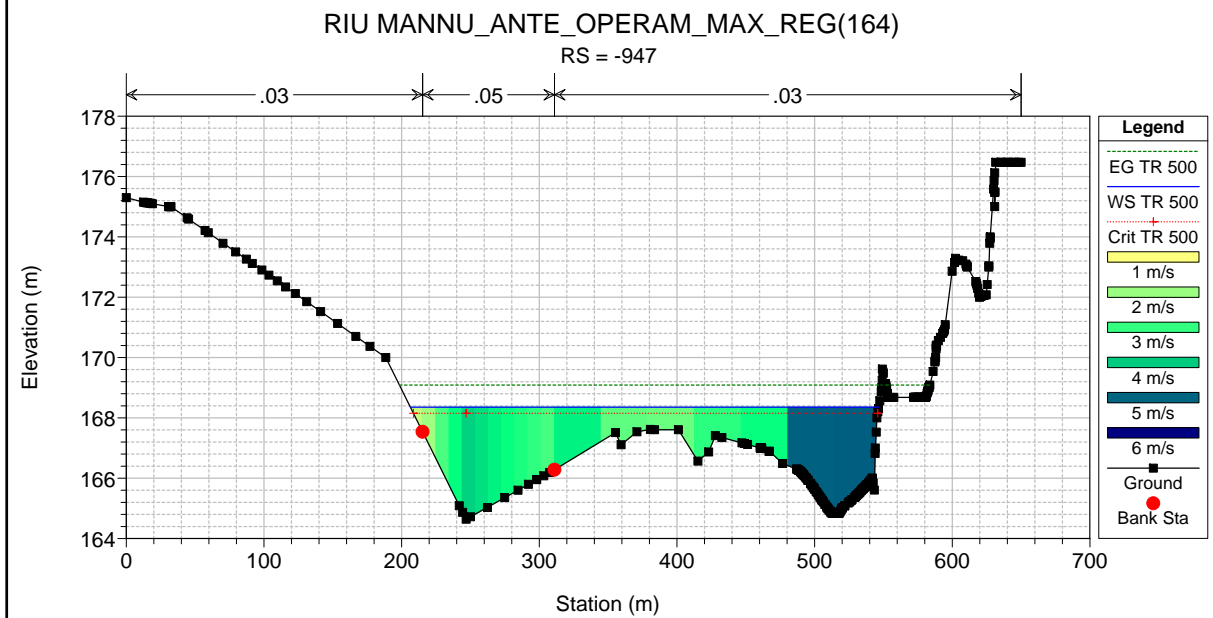
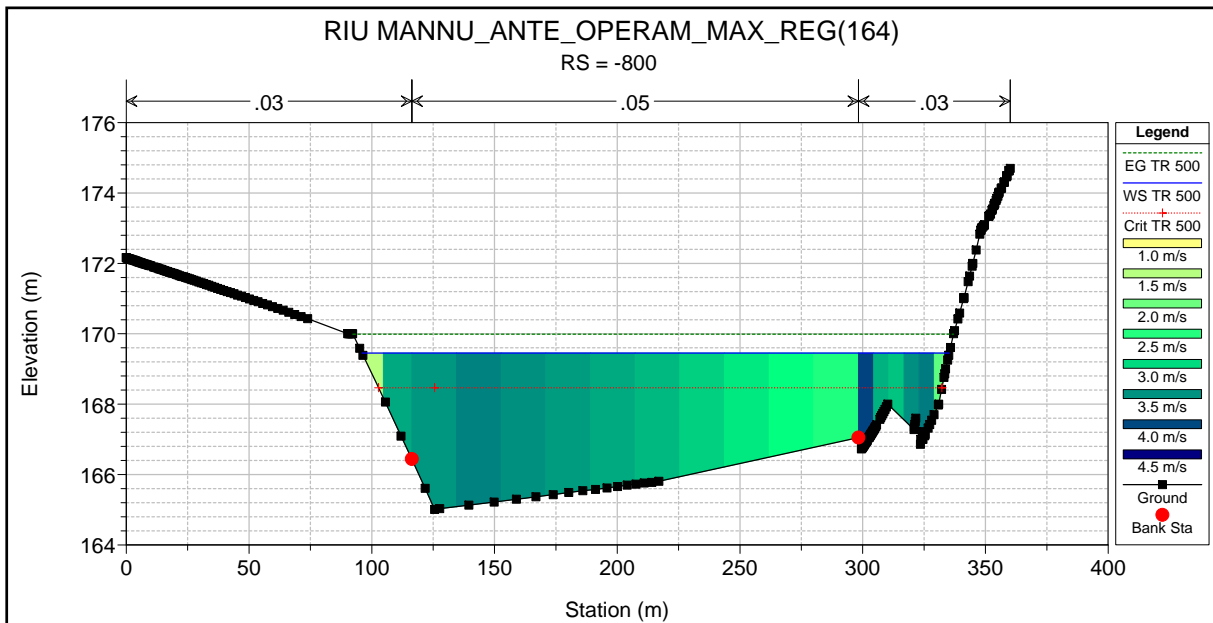


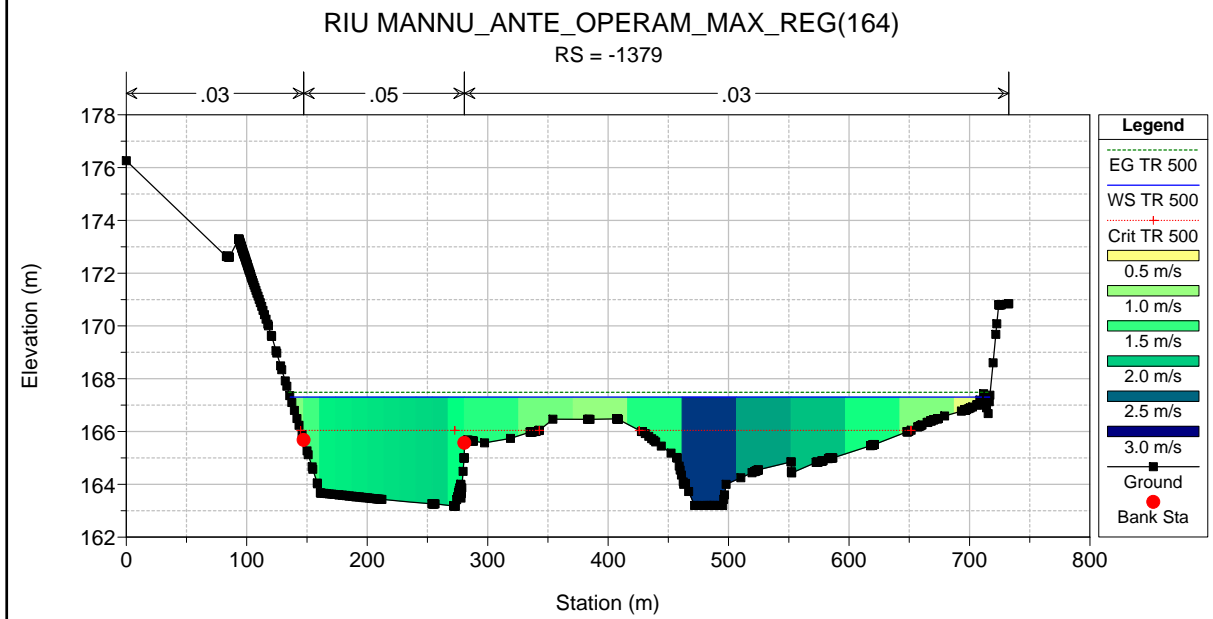
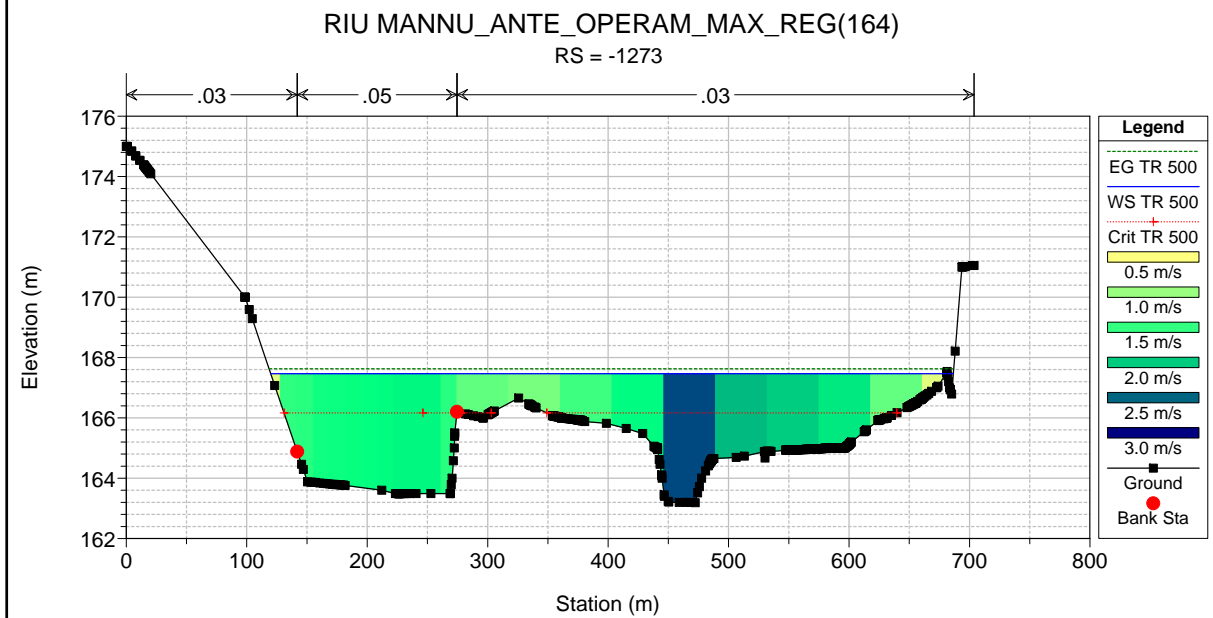
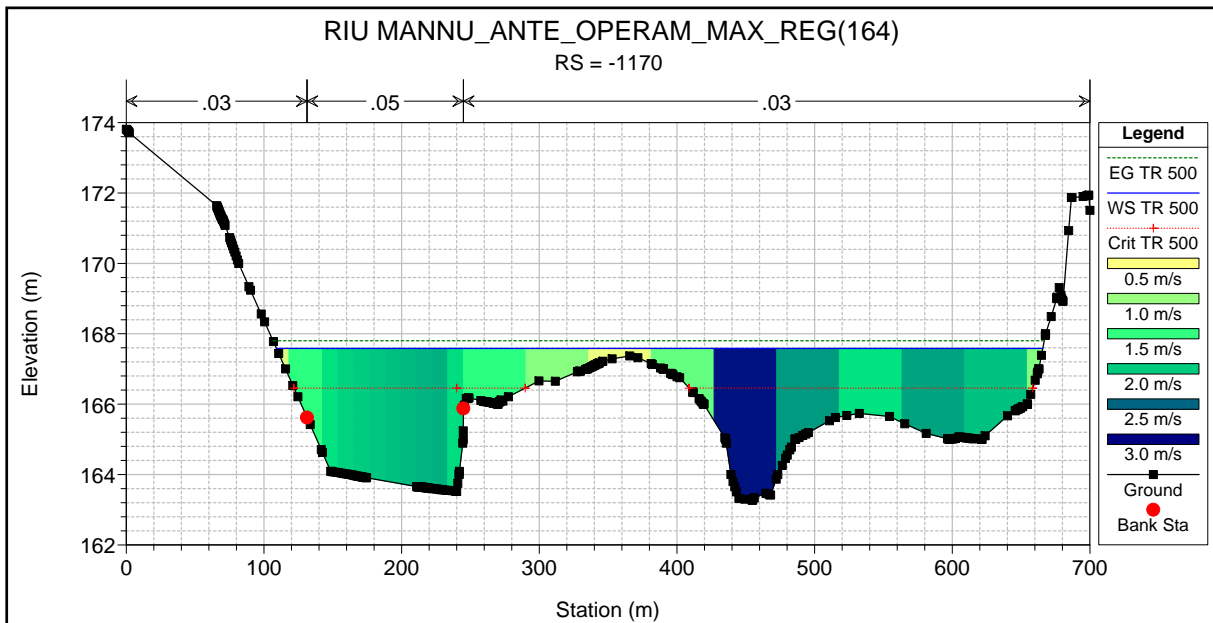
Legend

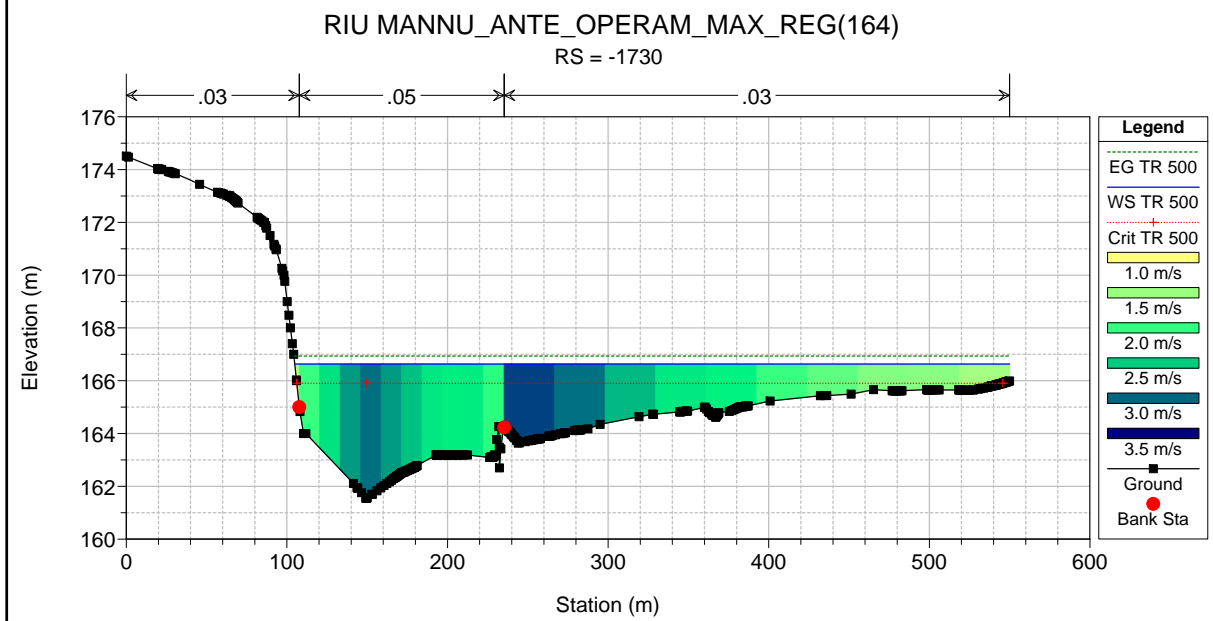
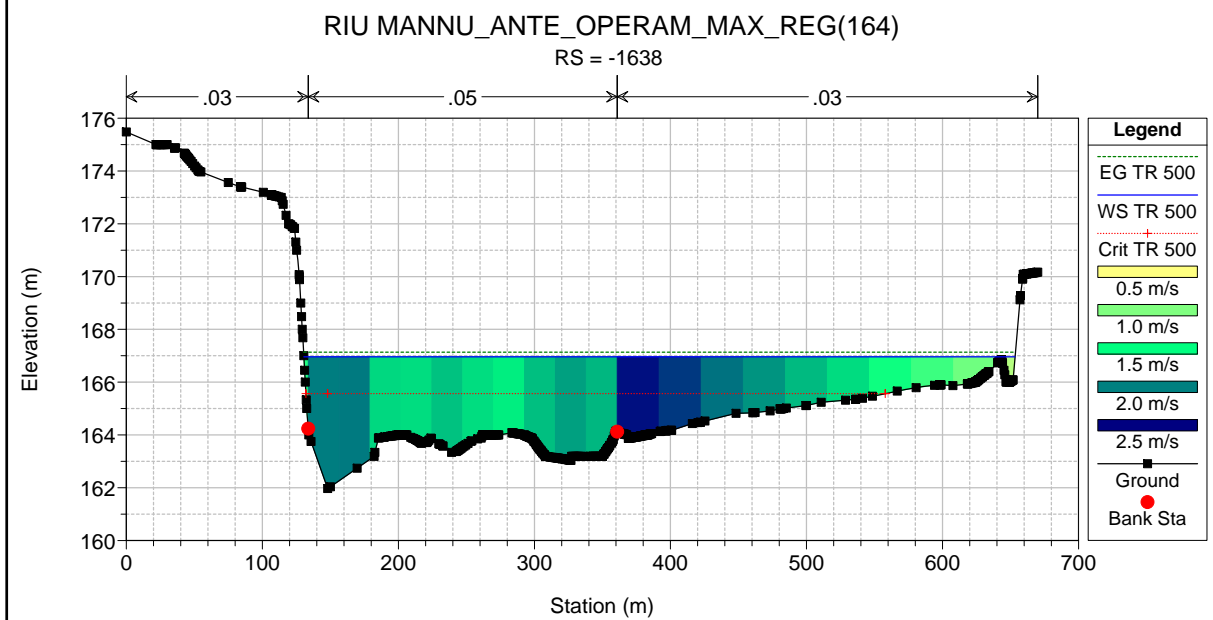
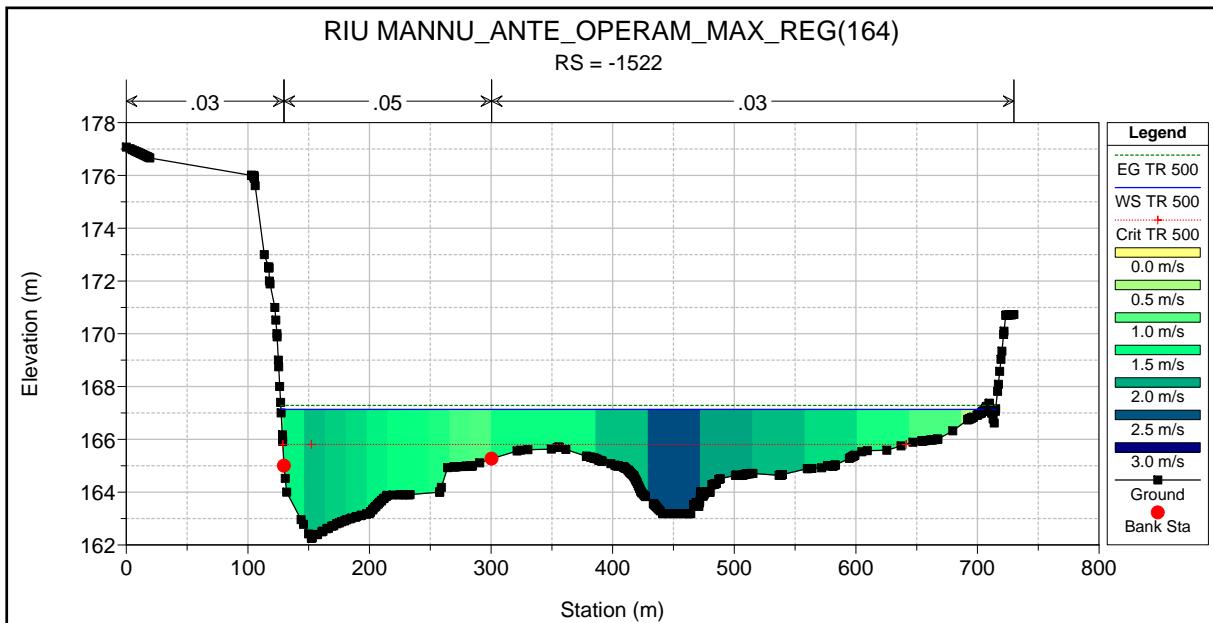
- EG TR 500 (Green dashed line)
- WS TR 500 (Blue solid line)
- Crit TR 500 (Red dotted line with crosses)
- Ground (Black solid line with squares)

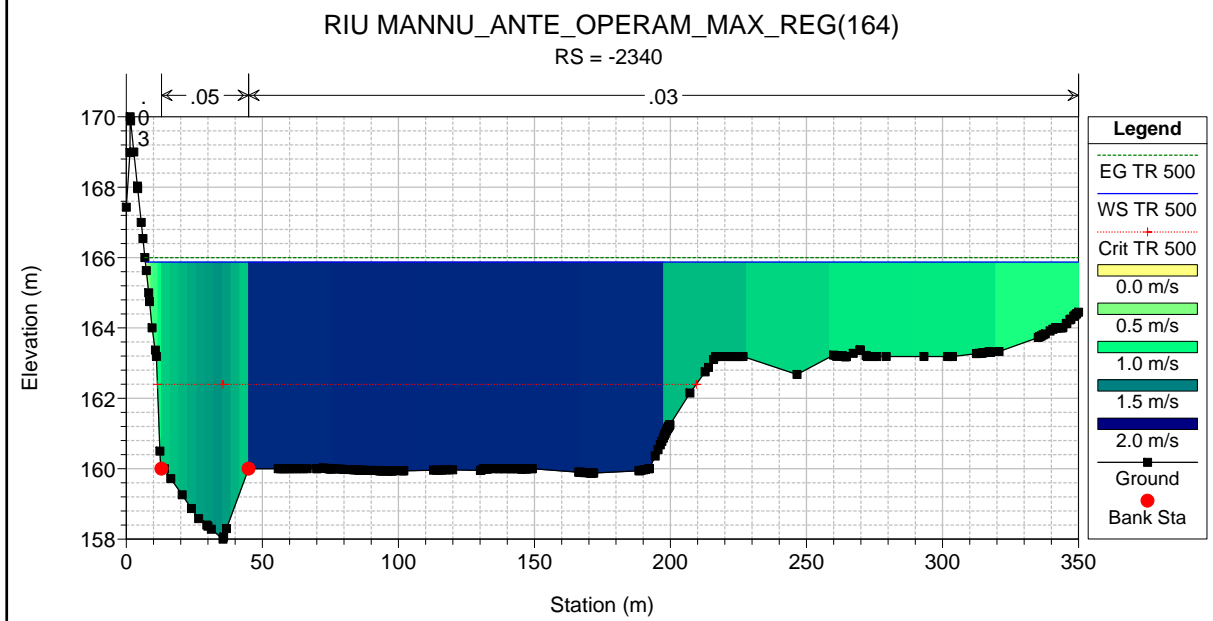
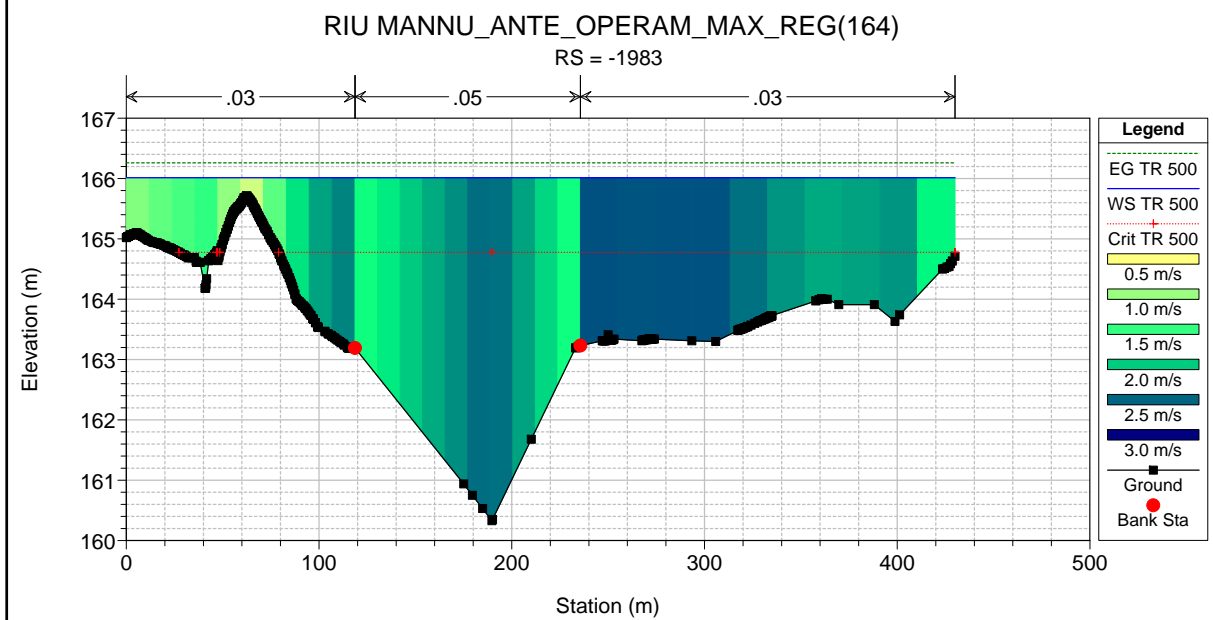
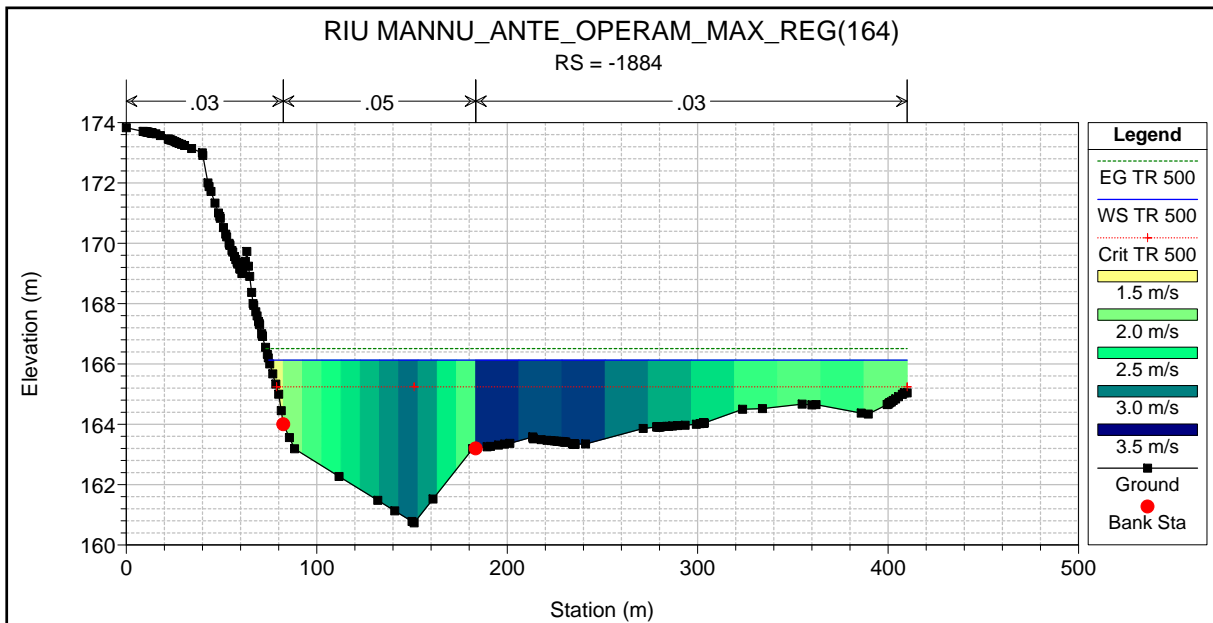


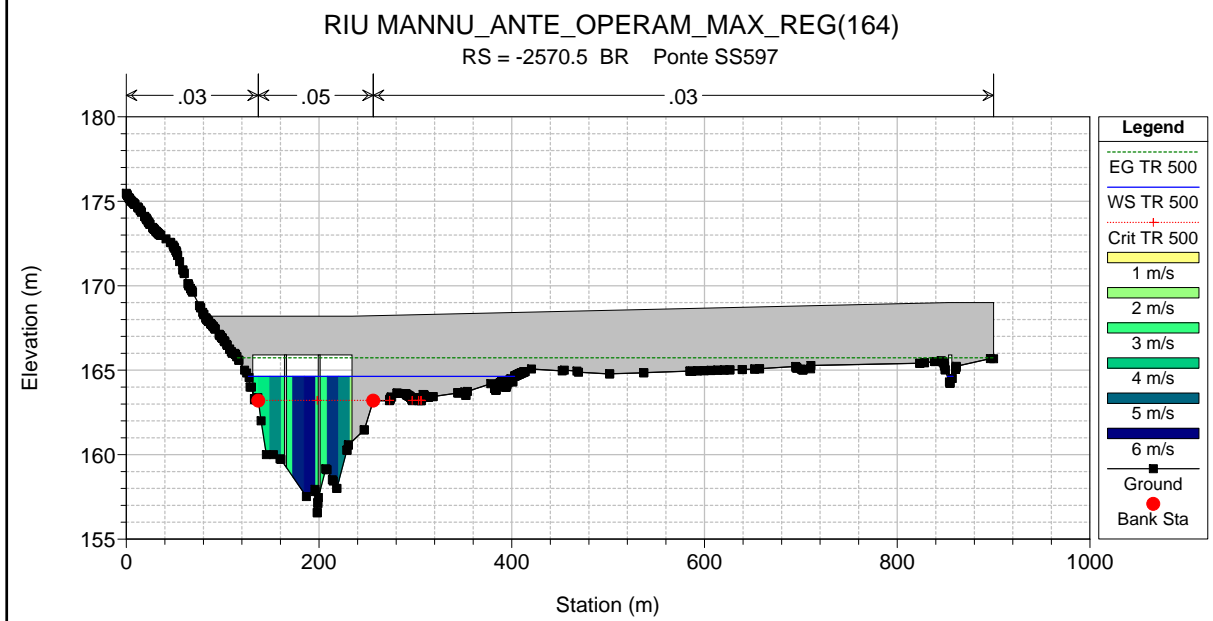
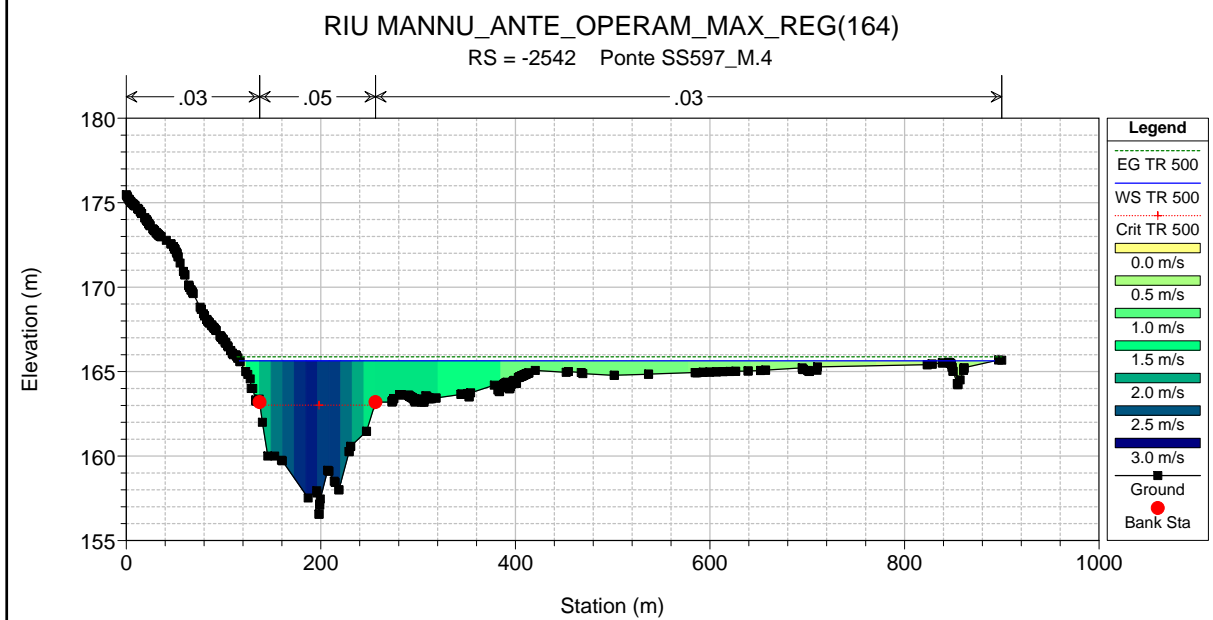
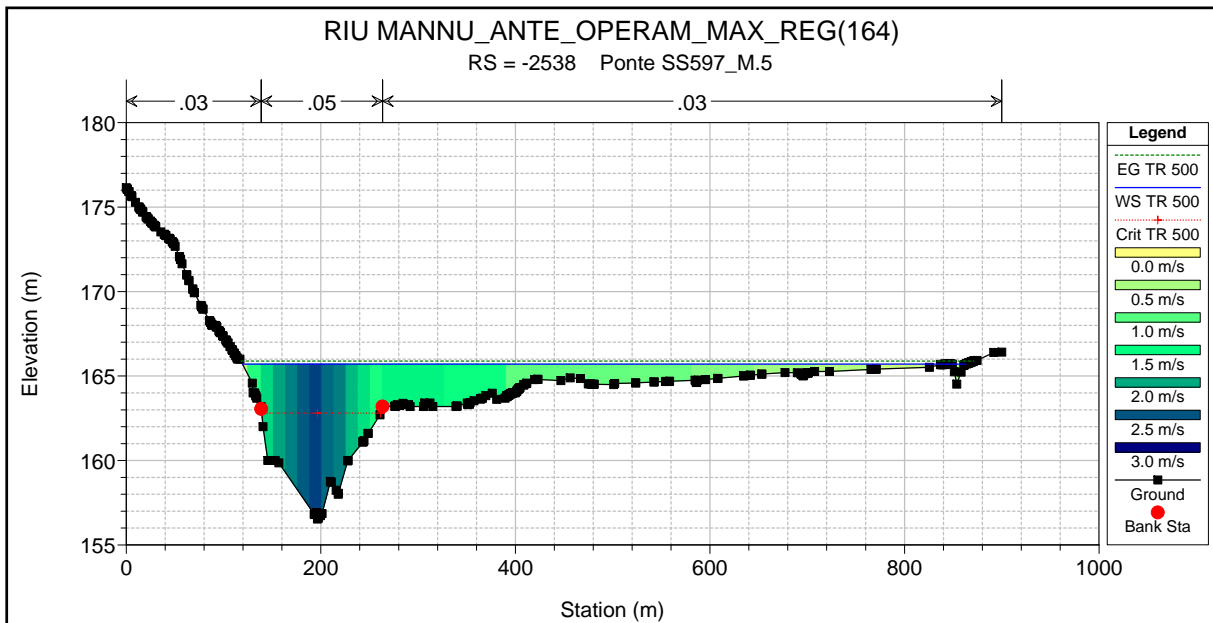


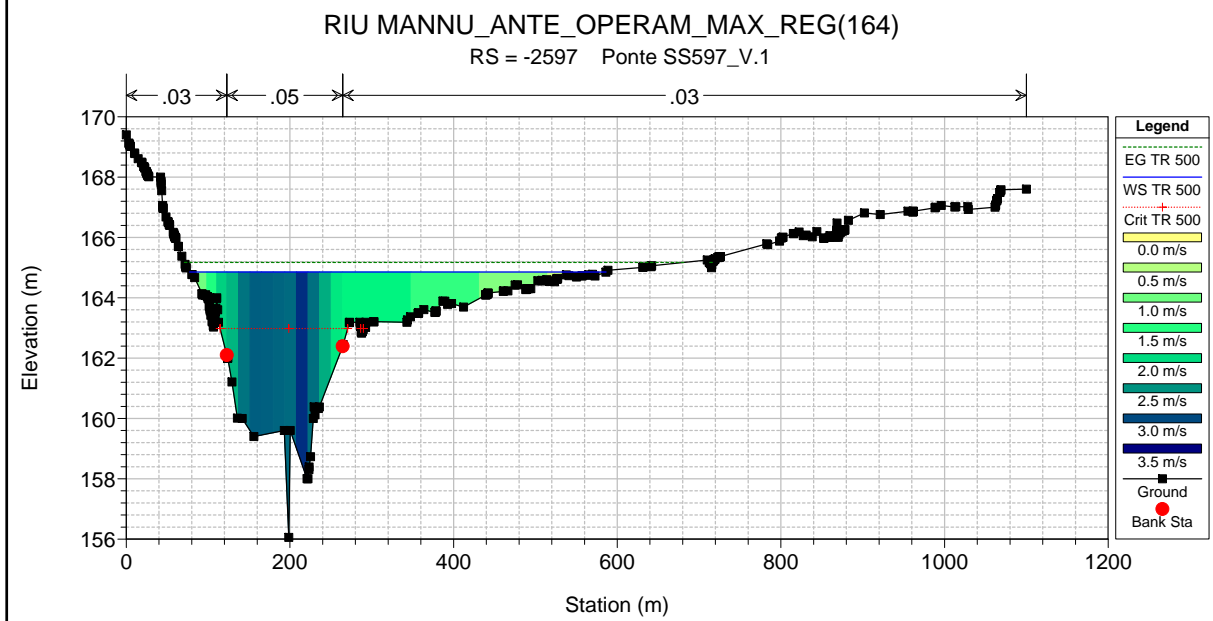
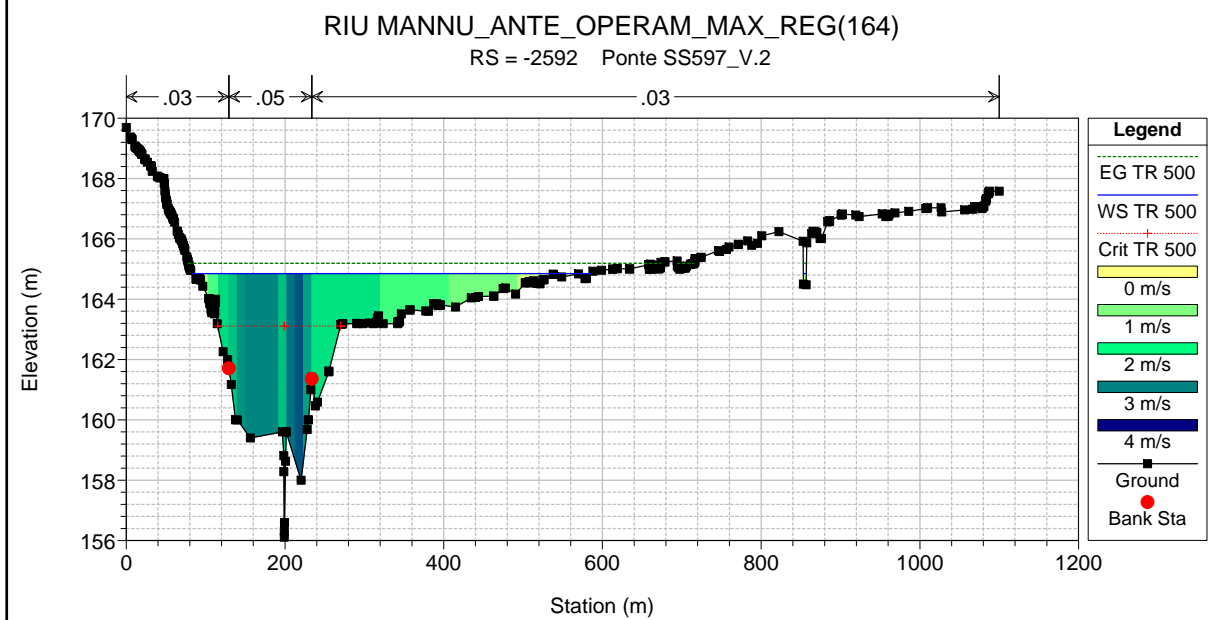
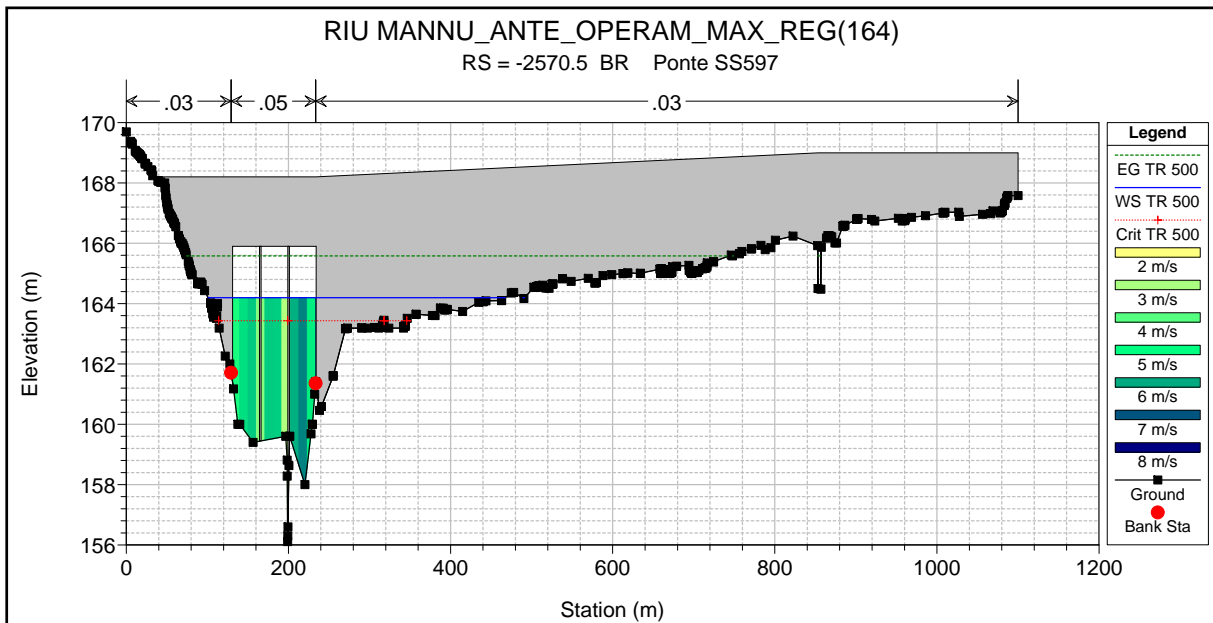


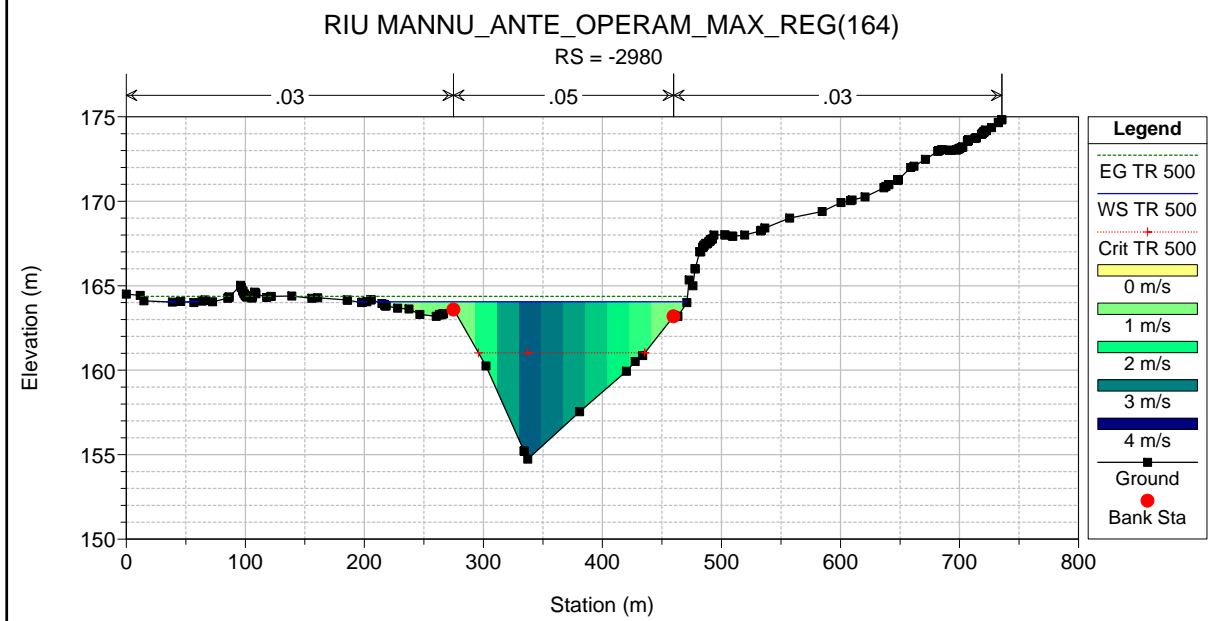
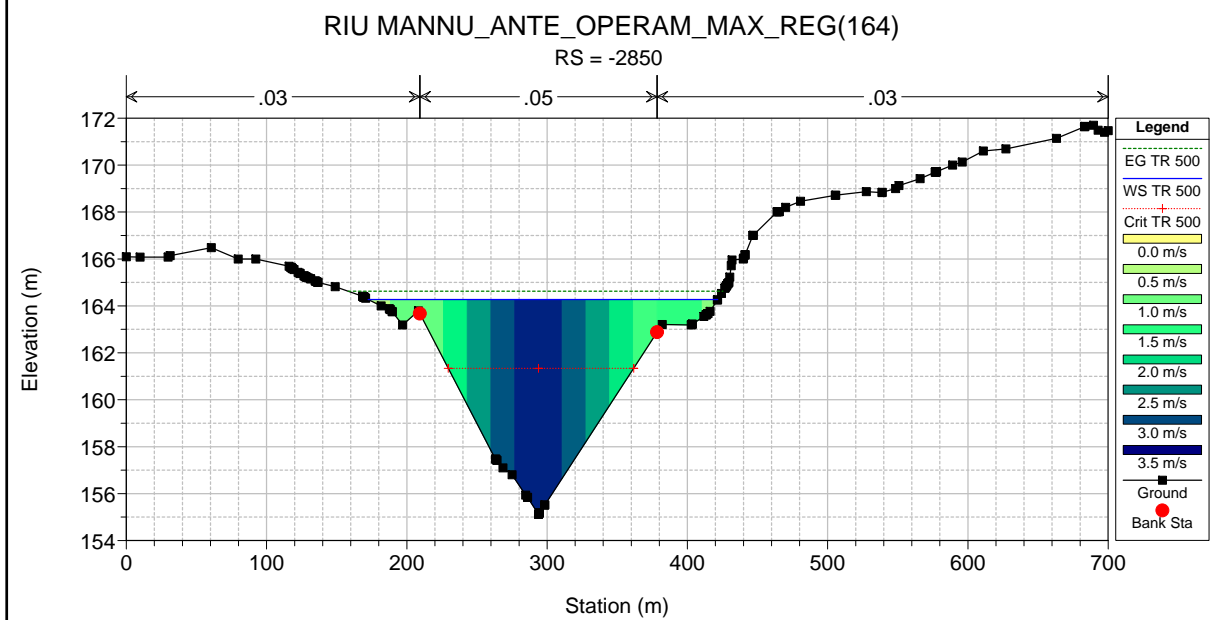
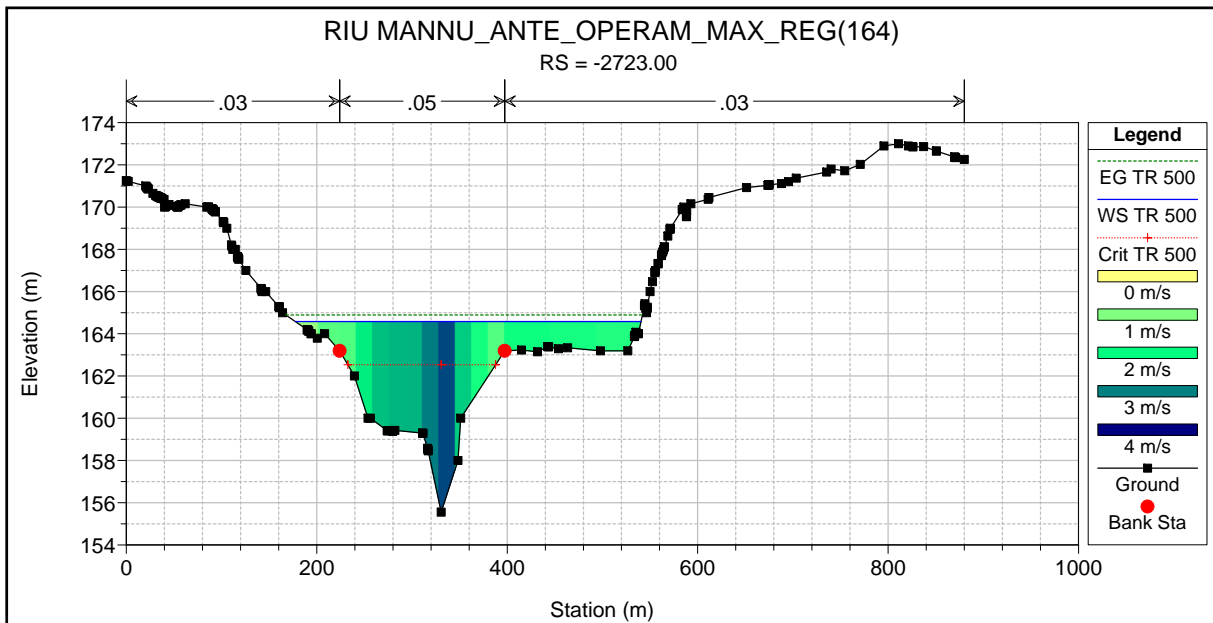






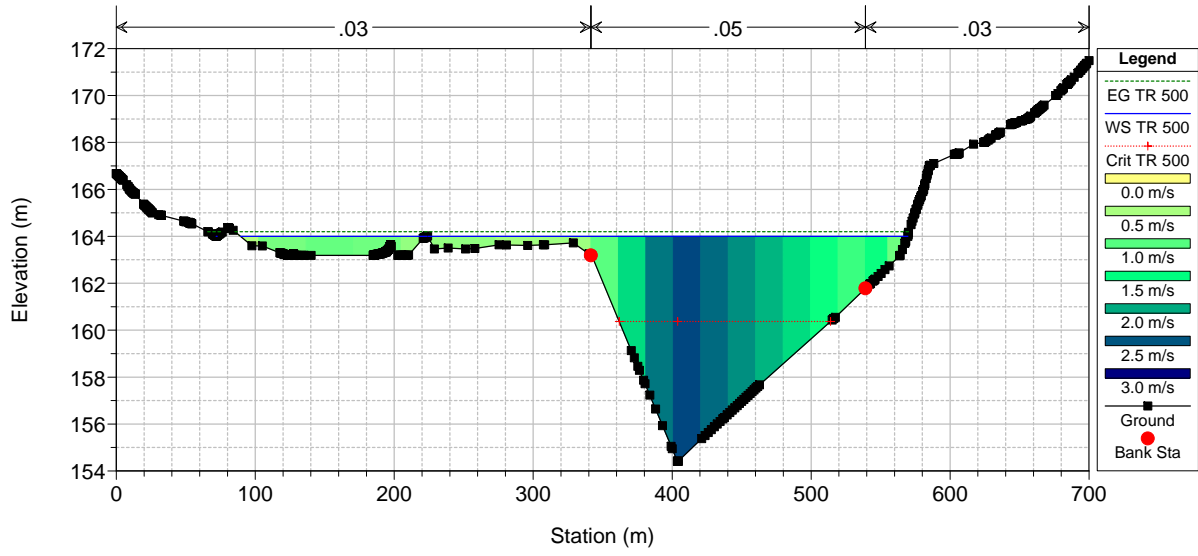






RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_REG(164)

RS = -3079



ALLEGATO 2.5

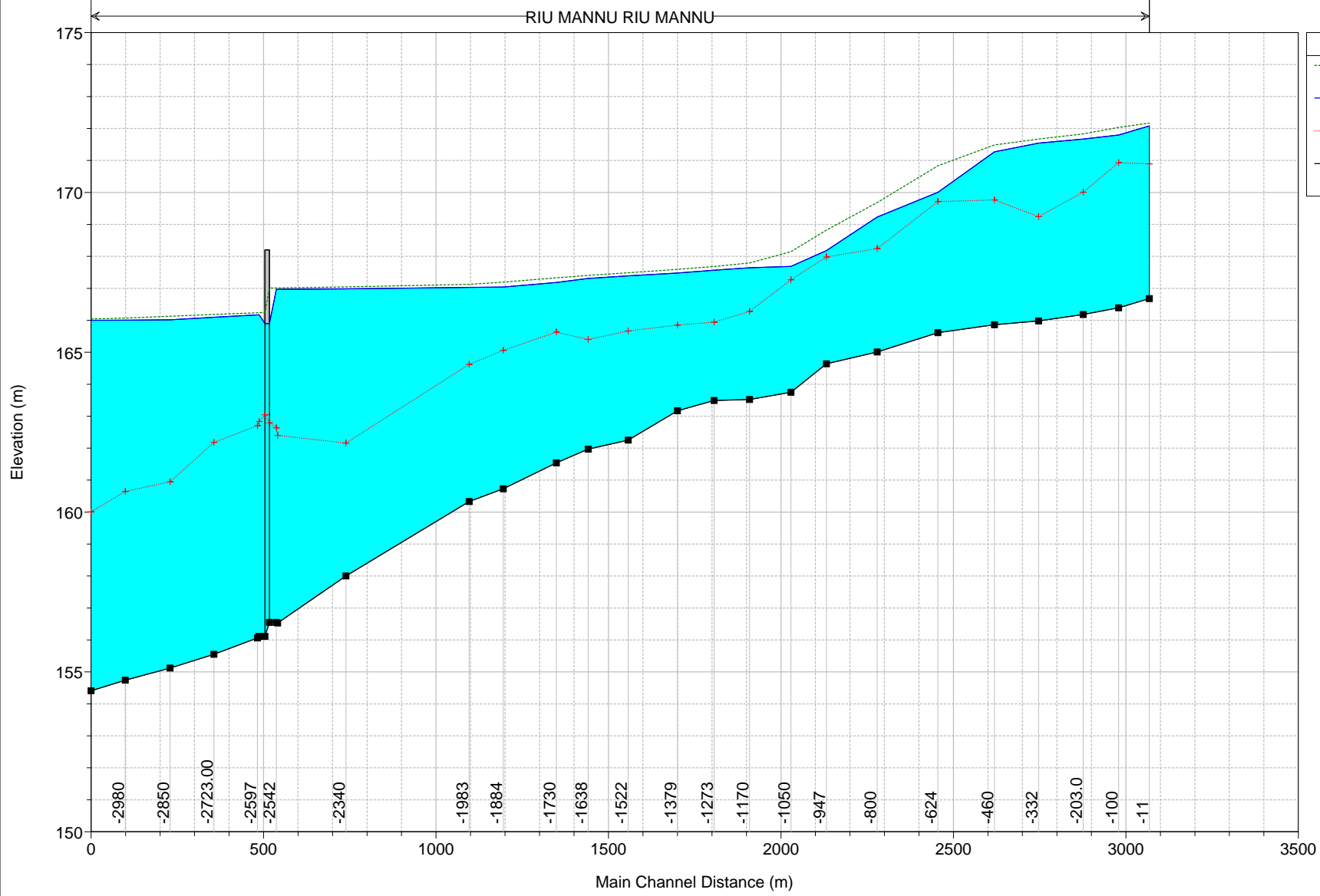
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam –
Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: ANTE_(166) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	290.9	2.05
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	145.7	2.94
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.54	168.18	167.98	0.20	0.64	168.82	3.2	3.5	2.5	185.1	1.75
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.94	167.69	167.27	0.42	0.54	168.15	3.1	3.0	3.3	155.8	1.70
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.37	167.64	166.28	1.36	0.27	167.79	1.6	1.7	3.6	43.1	2.19
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.38	167.57	165.94	1.63	0.23	167.68	1.4	1.5	3.8	30.3	2.47
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	4.31	167.48	165.85	1.63	0.23	167.59	1.4	1.5	3.9	32.4	2.39
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	5.14	167.39	165.67	1.72	0.20	167.48	1.2	1.3	3.6	22.3	2.65
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	5.34	167.31	165.40	1.91	0.21	167.41	1.3	1.4	3.9	26.7	2.88
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	5.64	167.18	165.63	1.55	0.25	167.33	1.6	1.7	4.2	39.6	2.78
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	6.31	167.04	165.06	1.98	0.22	167.20	1.6	1.7	5.0	35.5	3.54
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	6.70	167.03	164.62	2.41	0.17	167.12	1.2	1.3	5.2	20.9	3.62
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	8.98	166.98	162.16	4.82	0.10	167.04	0.9	1.1	8.0	9.2	5.62
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	155.53	10.44	166.97	162.40	4.57	0.12	167.01	1.0	0.9	7.4	13.0	3.04
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	10.42	166.97	162.63	4.34	0.12	167.01	1.1	0.9	7.3	14.0	2.94
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	10.06	166.17	162.83	3.34	0.16	166.24	1.3	1.1	6.4	23.6	2.39
RIU MANNU	-2597	TR 200	2076.0	156.06	10.11	166.17	162.70	3.47	0.16	166.24	1.3	1.1	6.1	22.1	2.38
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	10.55	166.10	162.18	3.92	0.17	166.18	1.3	1.3	6.1	24.3	3.92
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	10.90	166.02	160.95	5.07	0.19	166.13	1.5	1.4	7.0	30.3	4.04
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	11.26	166.00	160.65	5.35	0.15	166.07	1.2	1.1	7.0	19.1	3.91
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	11.59	166.00	160.01	5.99	0.11	166.04	1.0	0.9	7.6	11.5	4.16

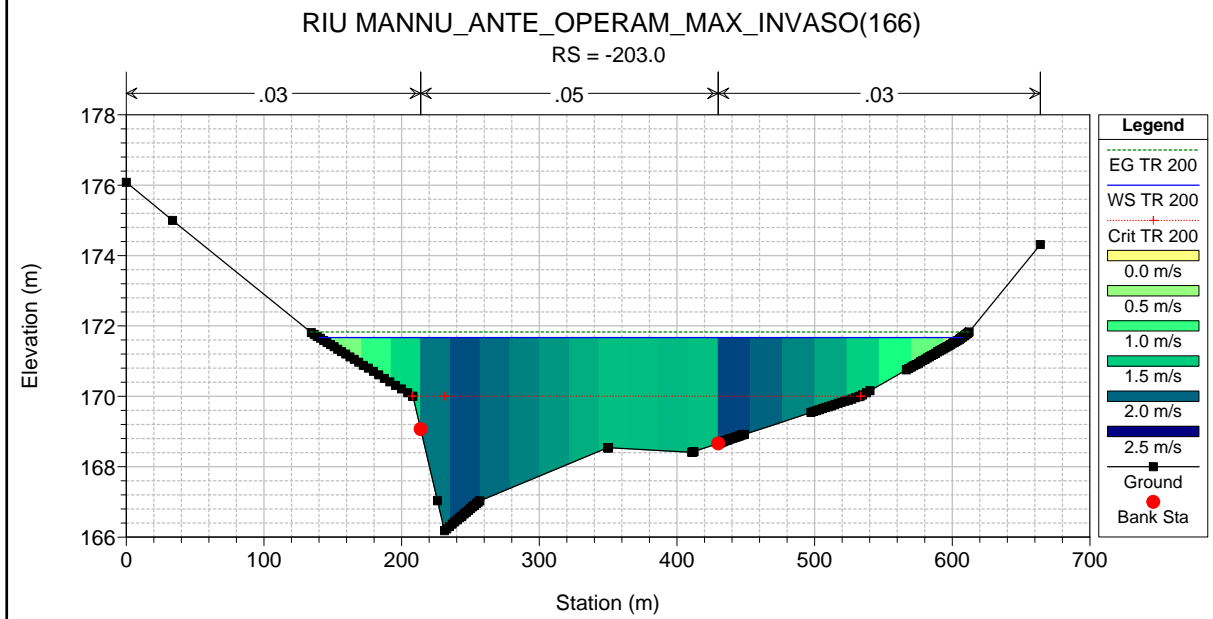
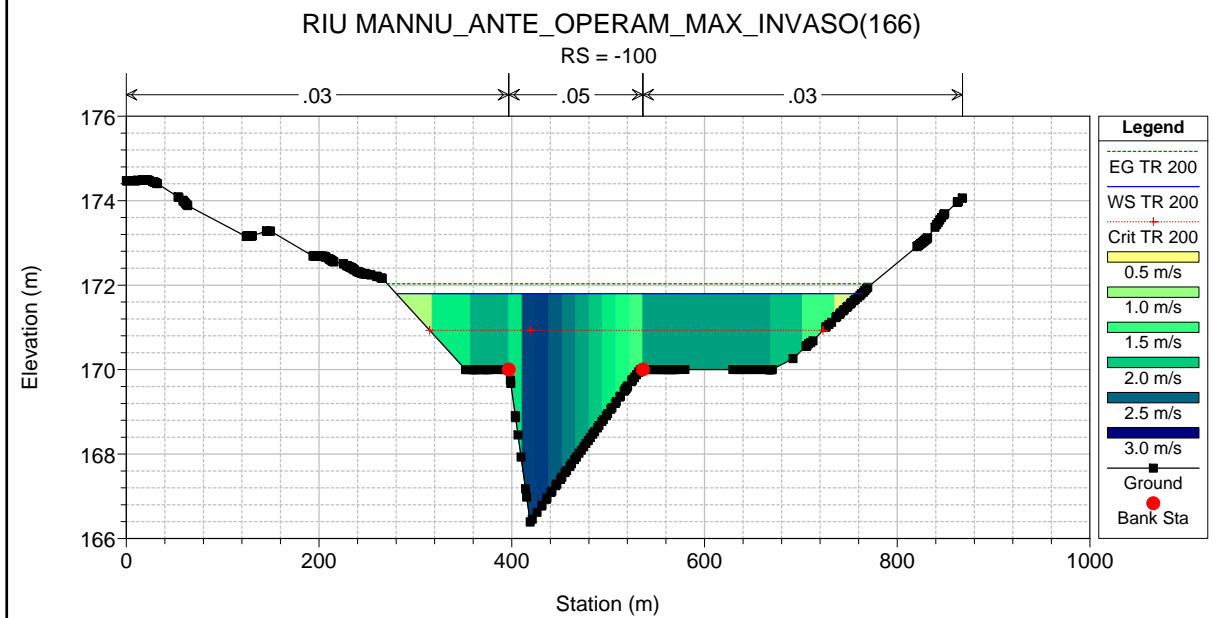
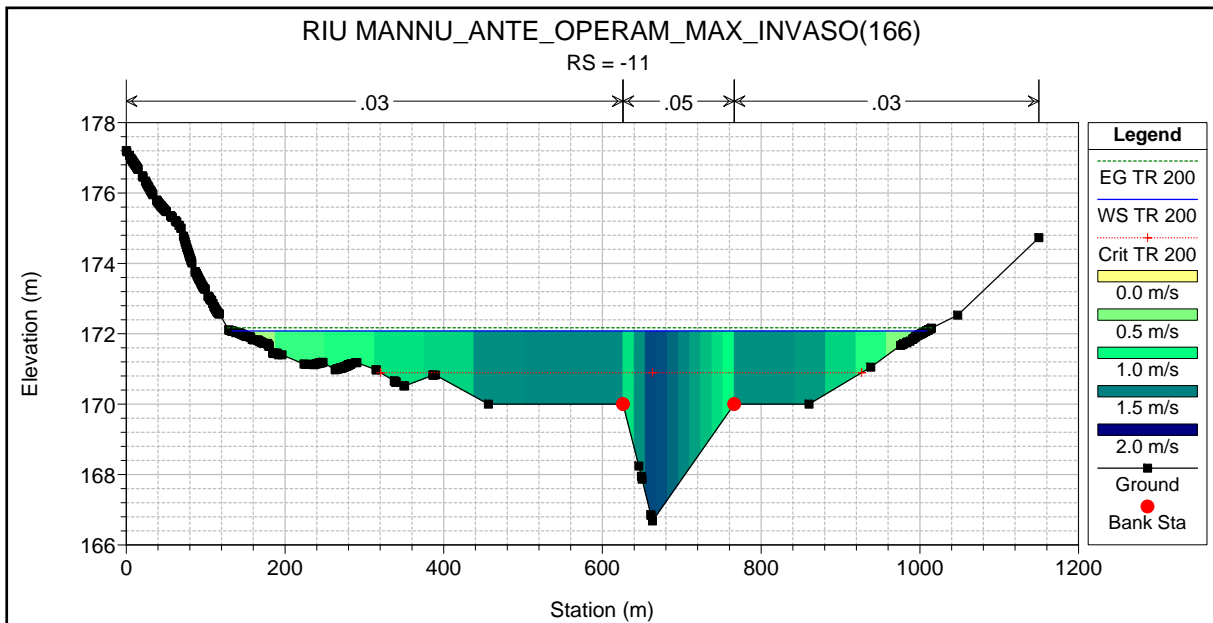
RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_INVASO(166)

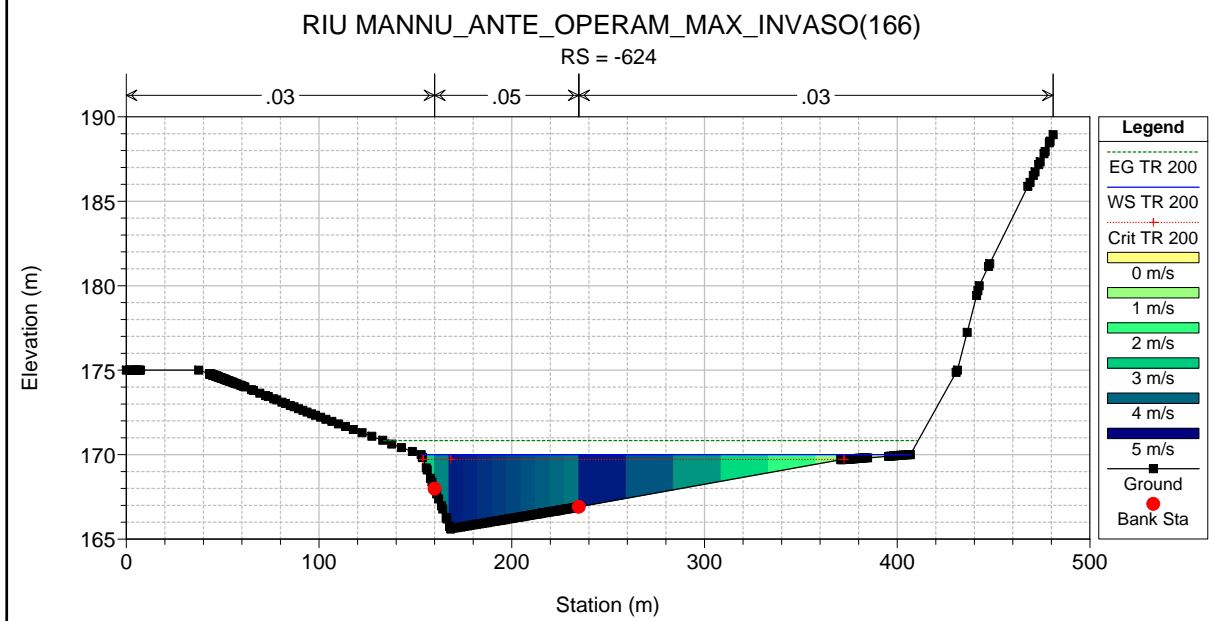
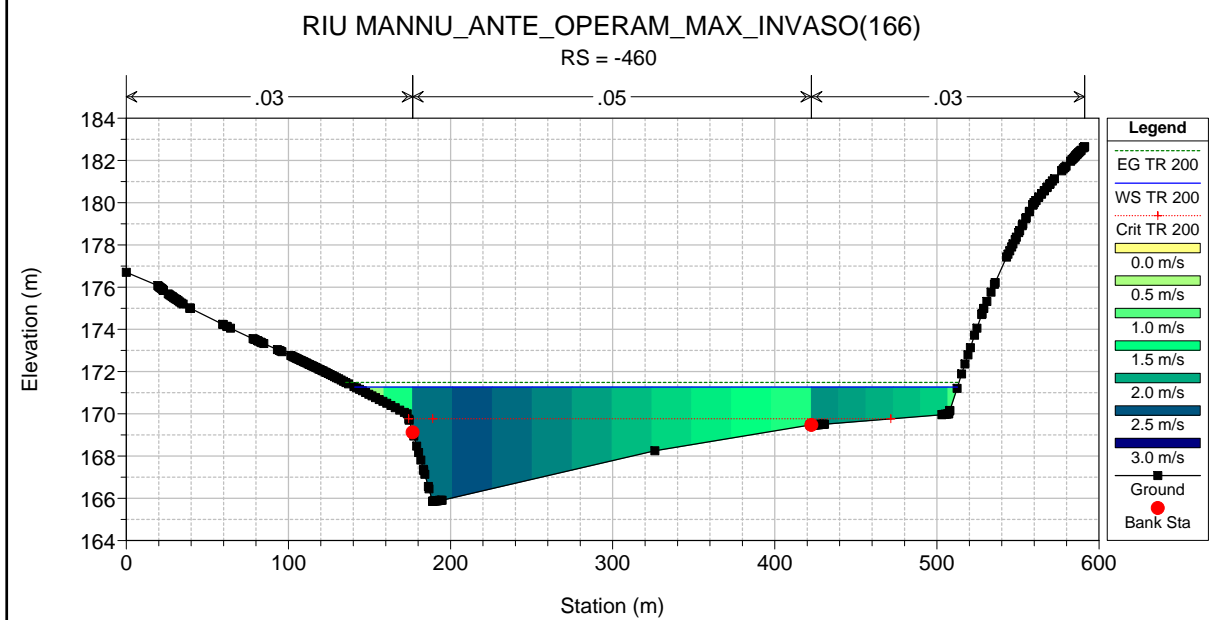
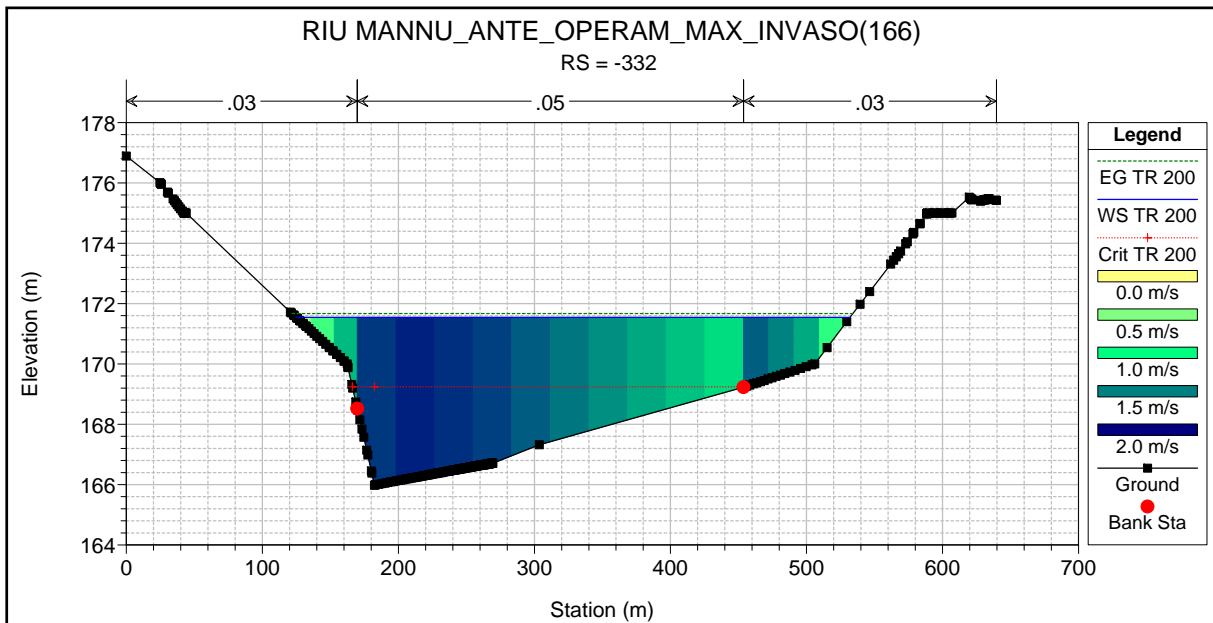
RIU MANNU RIU MANNU

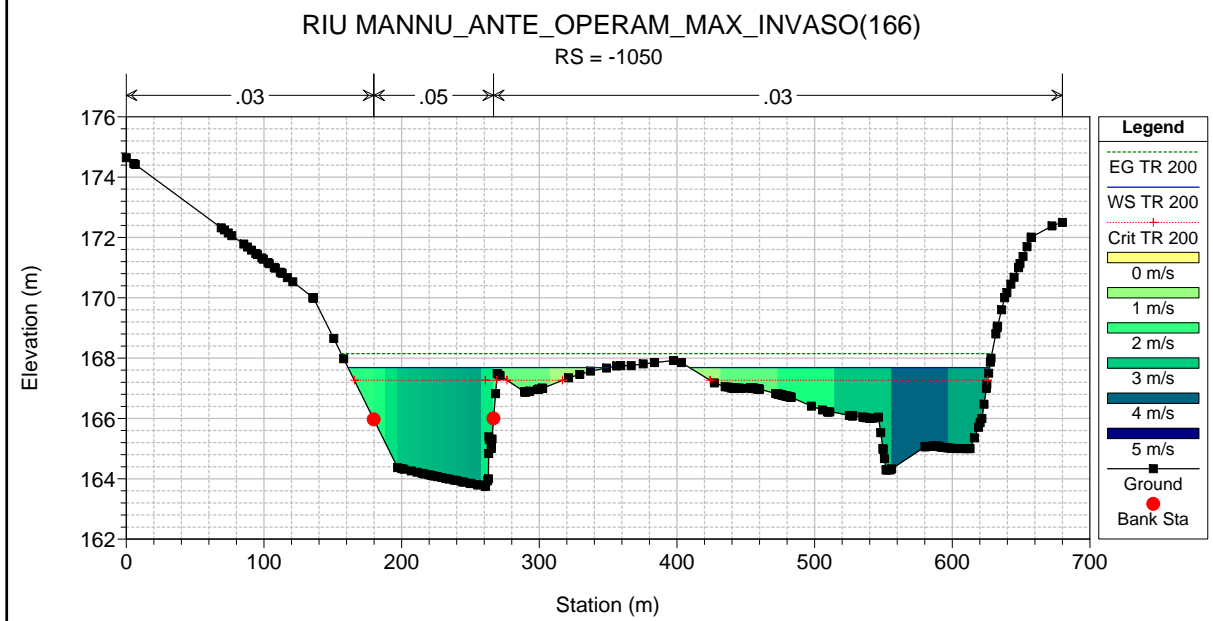
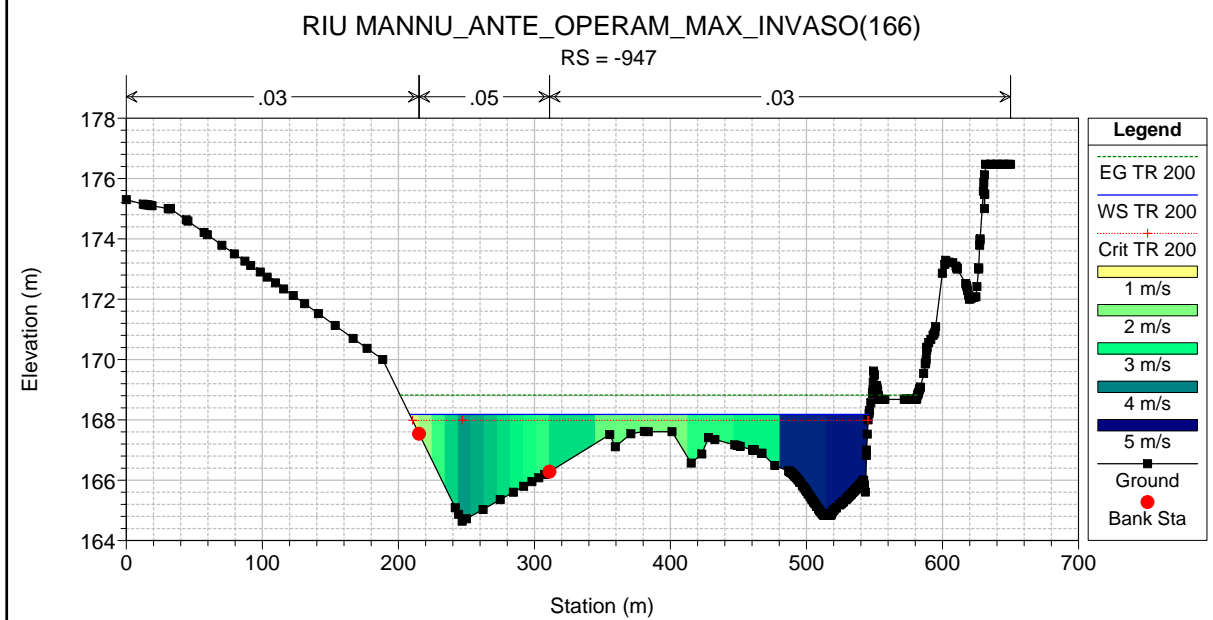
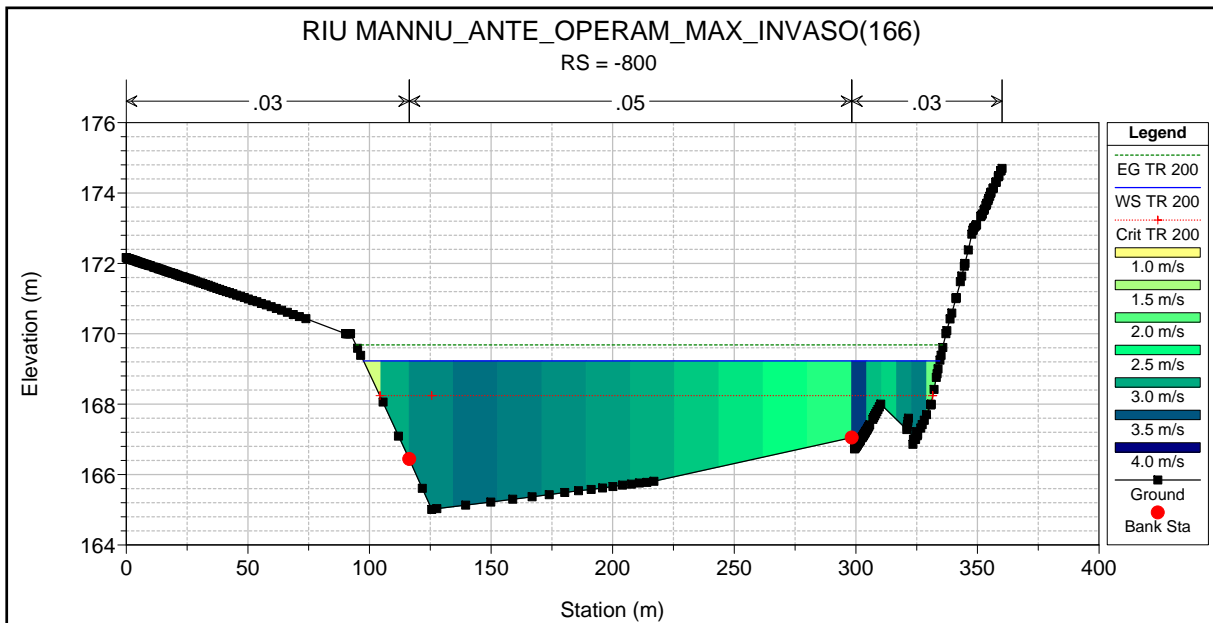


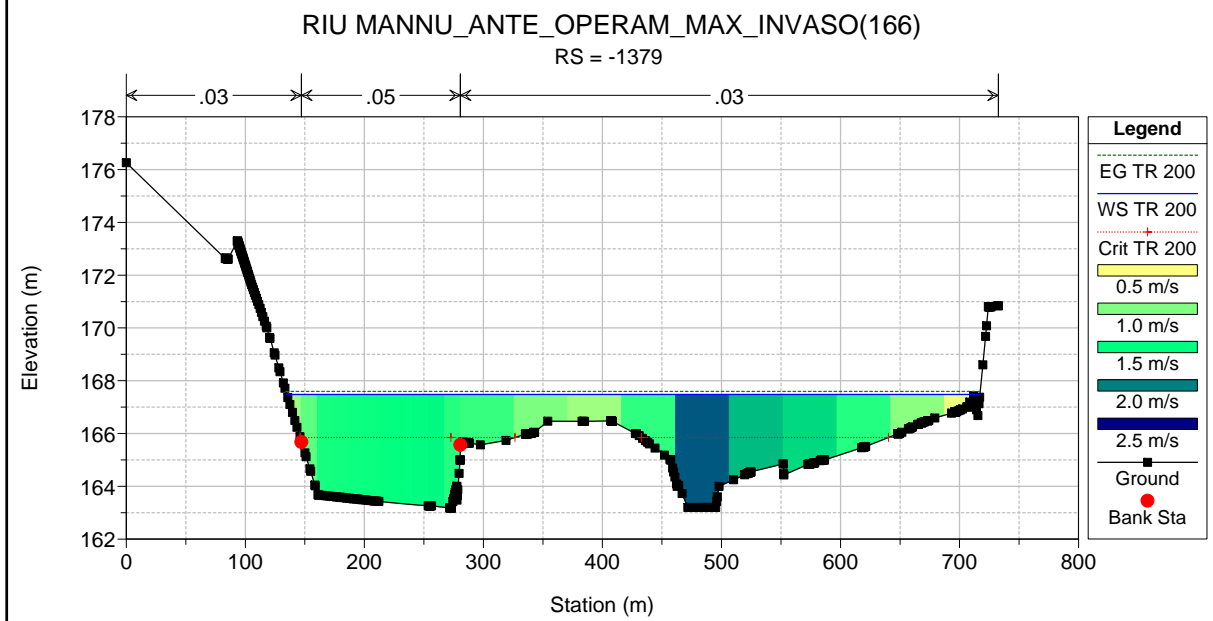
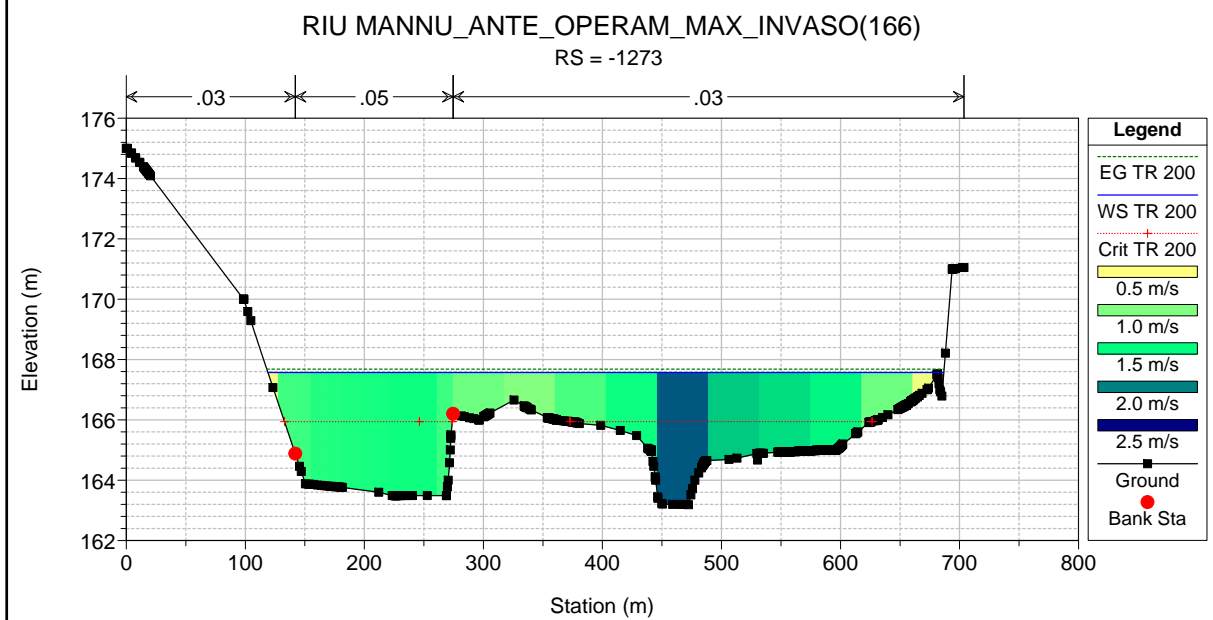
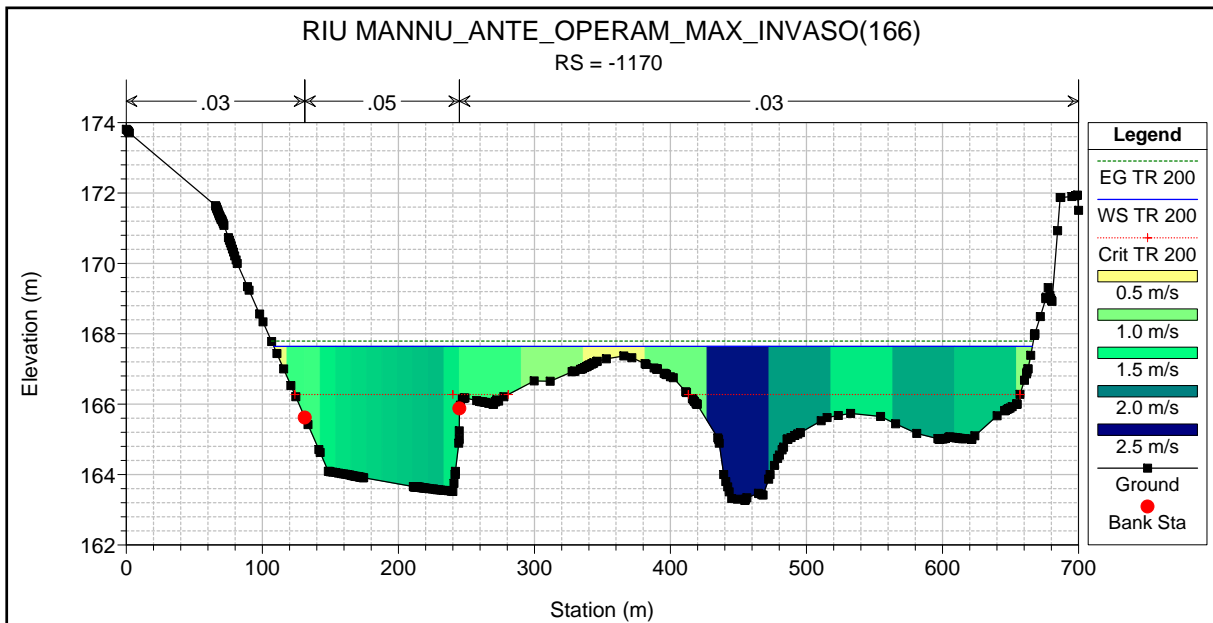
Legend

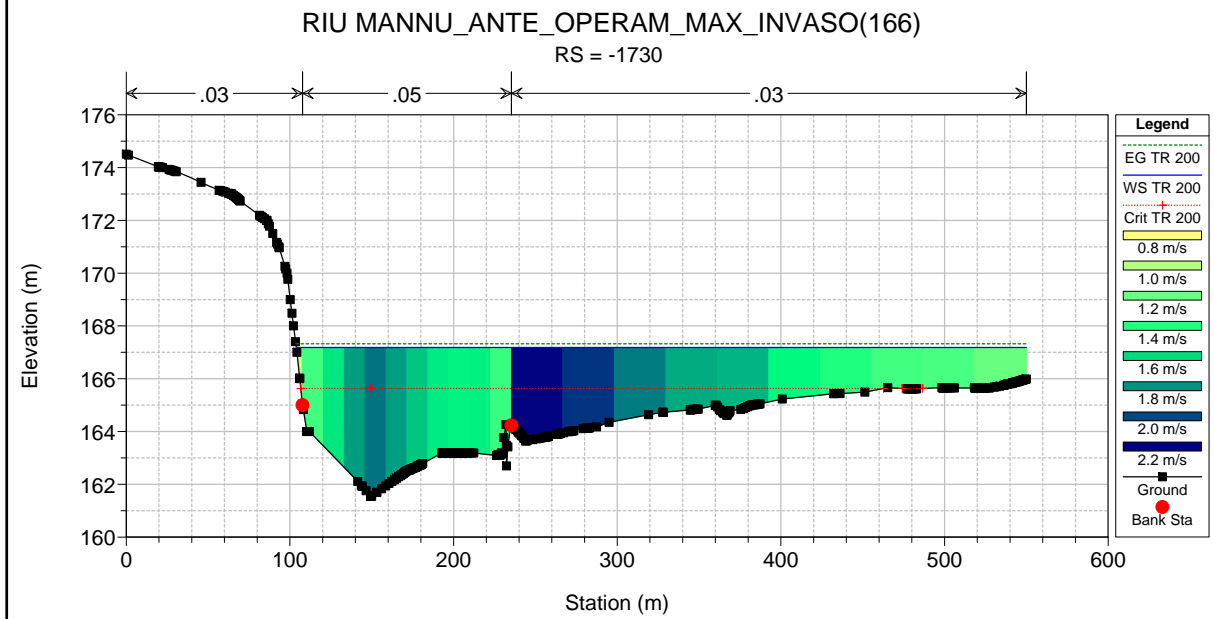
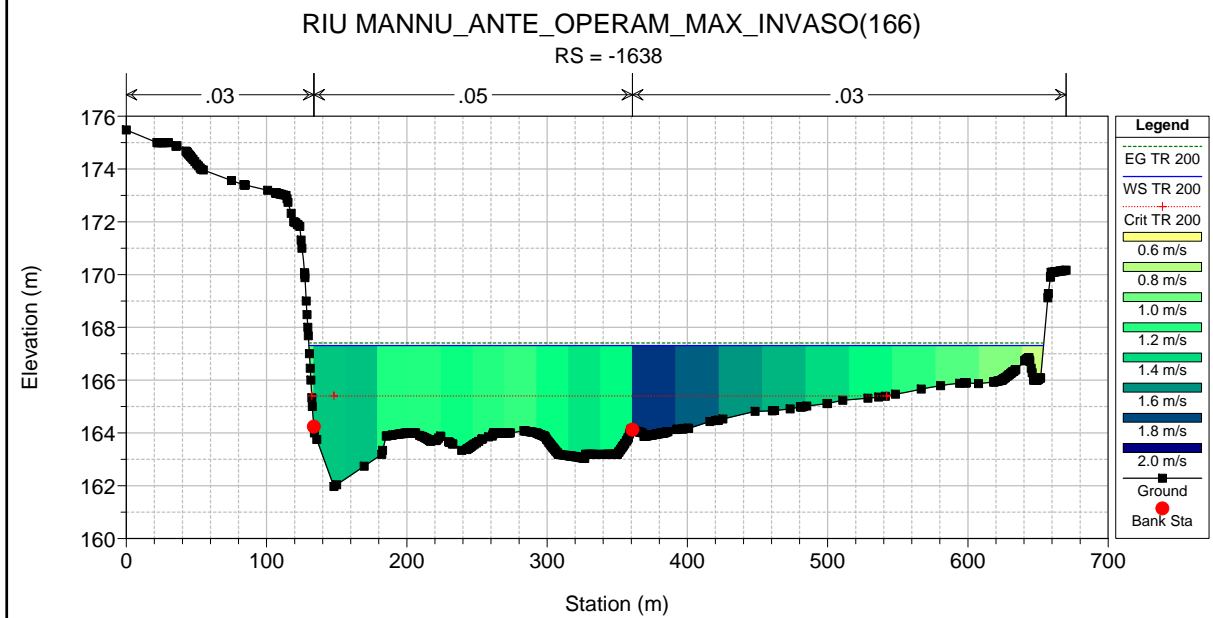
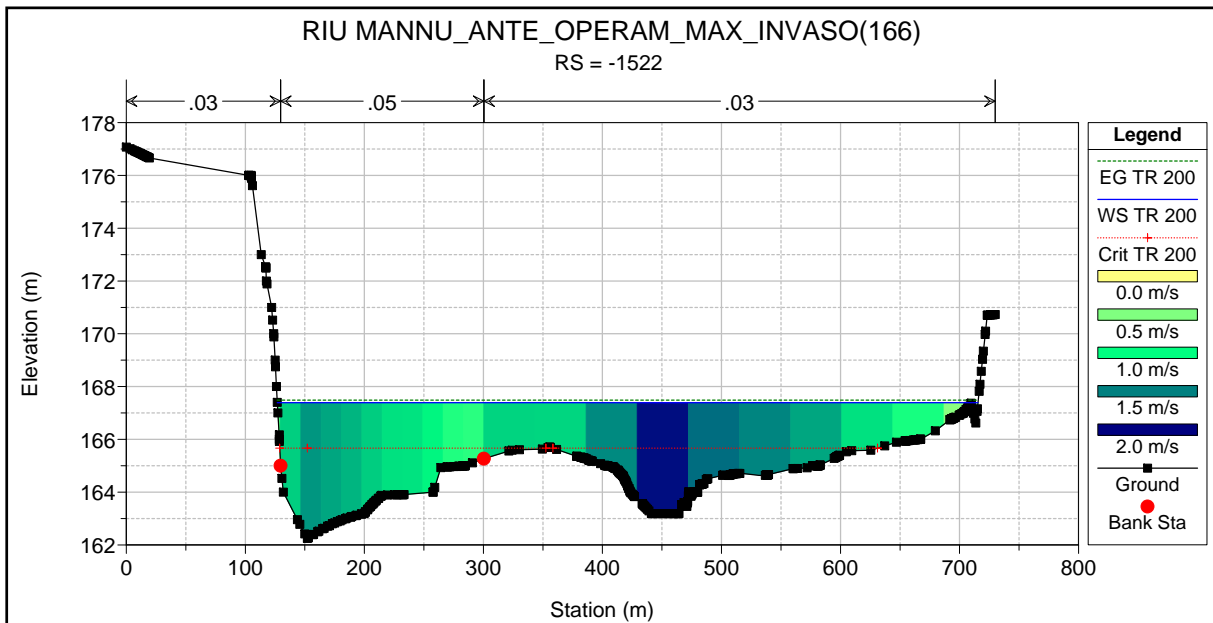
- EG TR 200
- WS TR 200
- Crit TR 200
- Ground

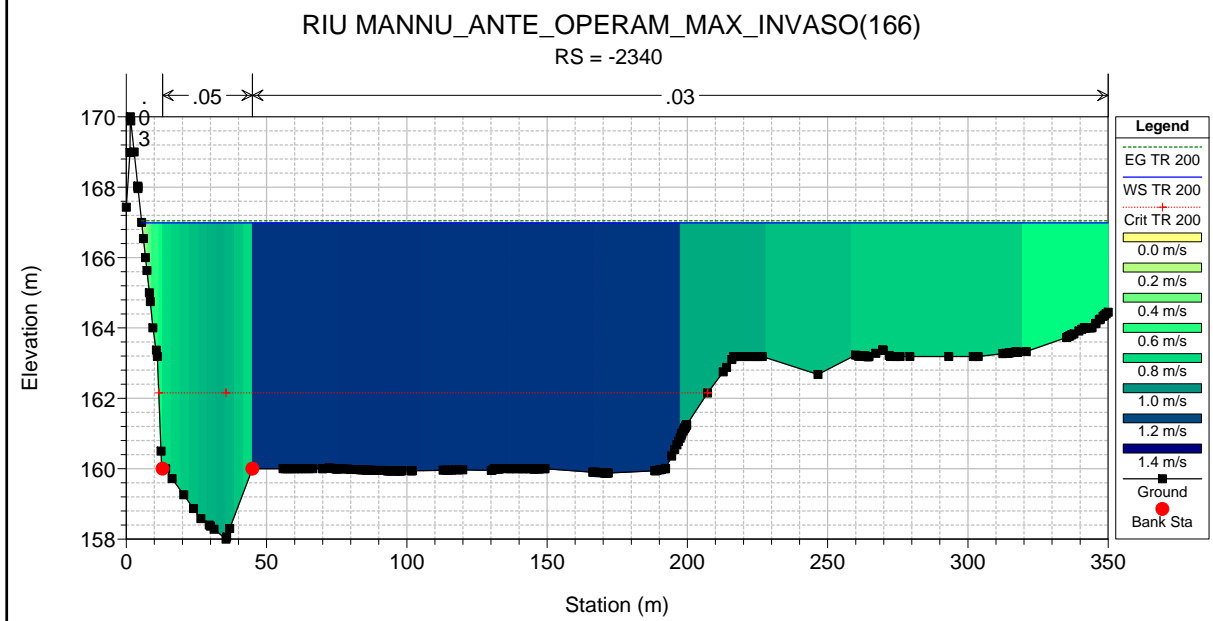
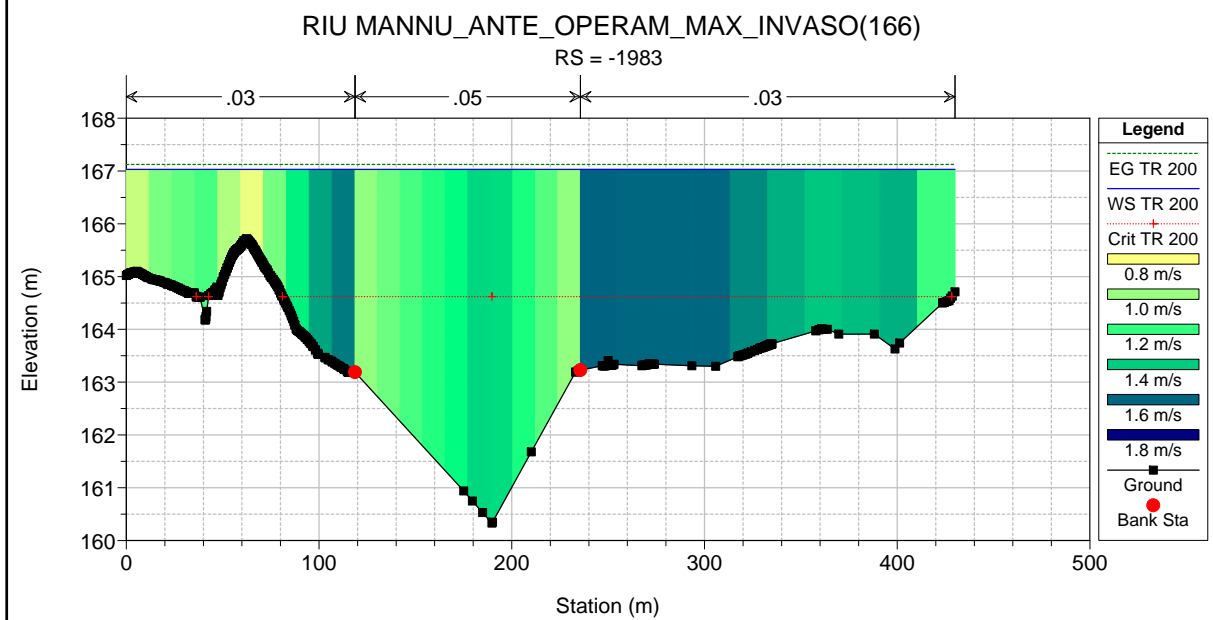
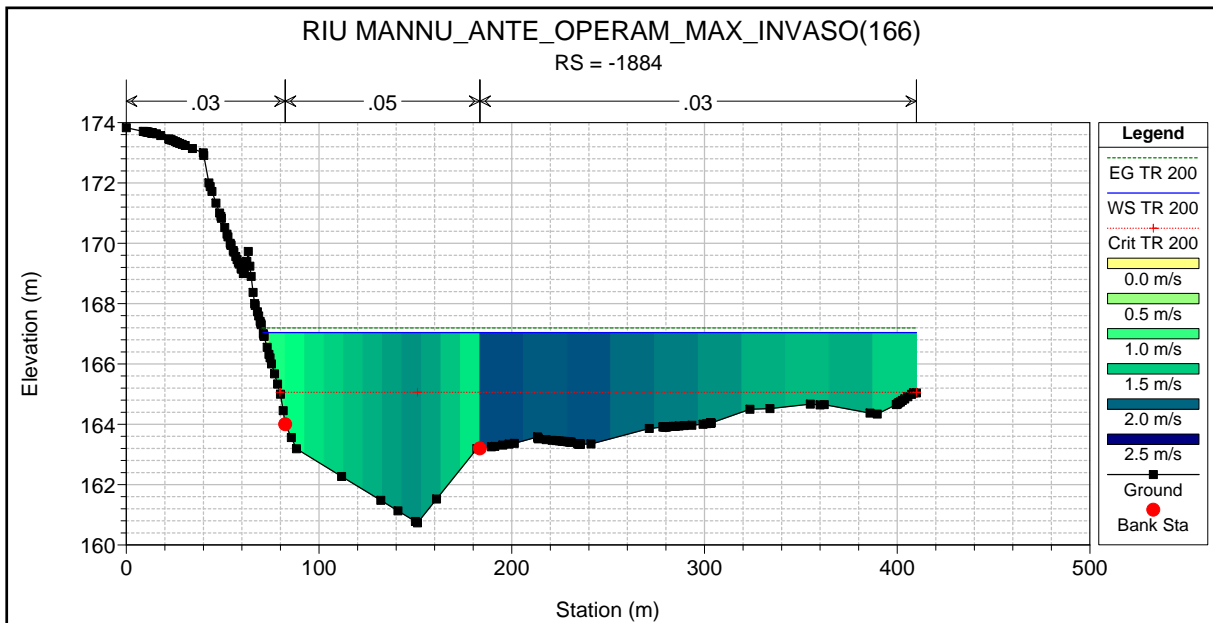


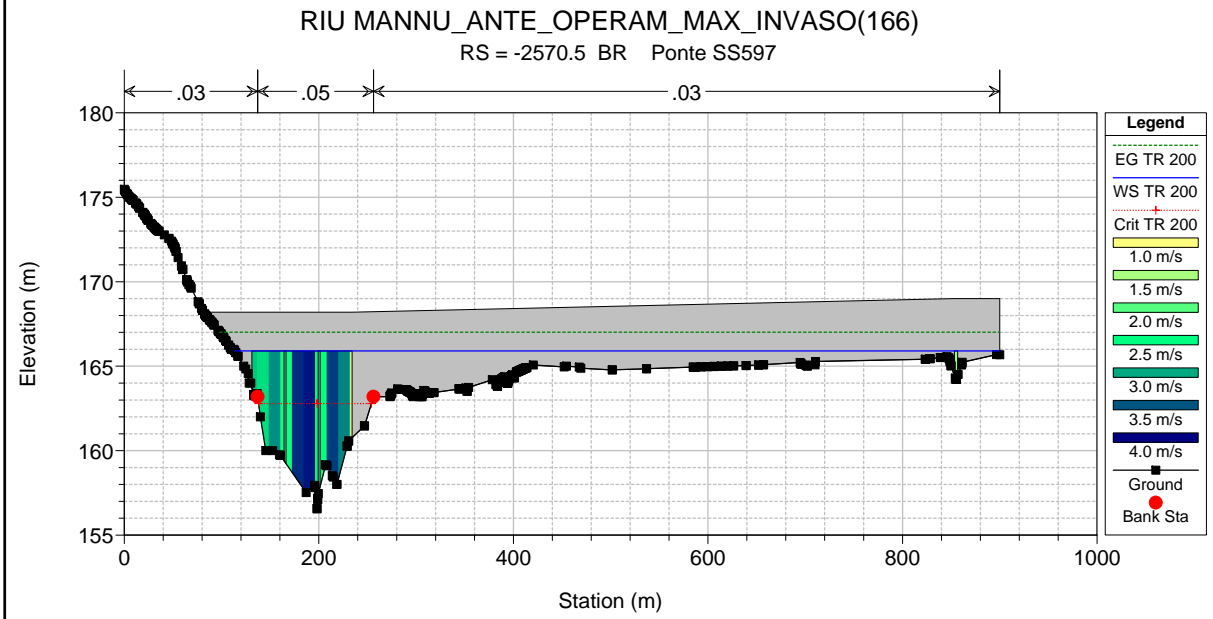
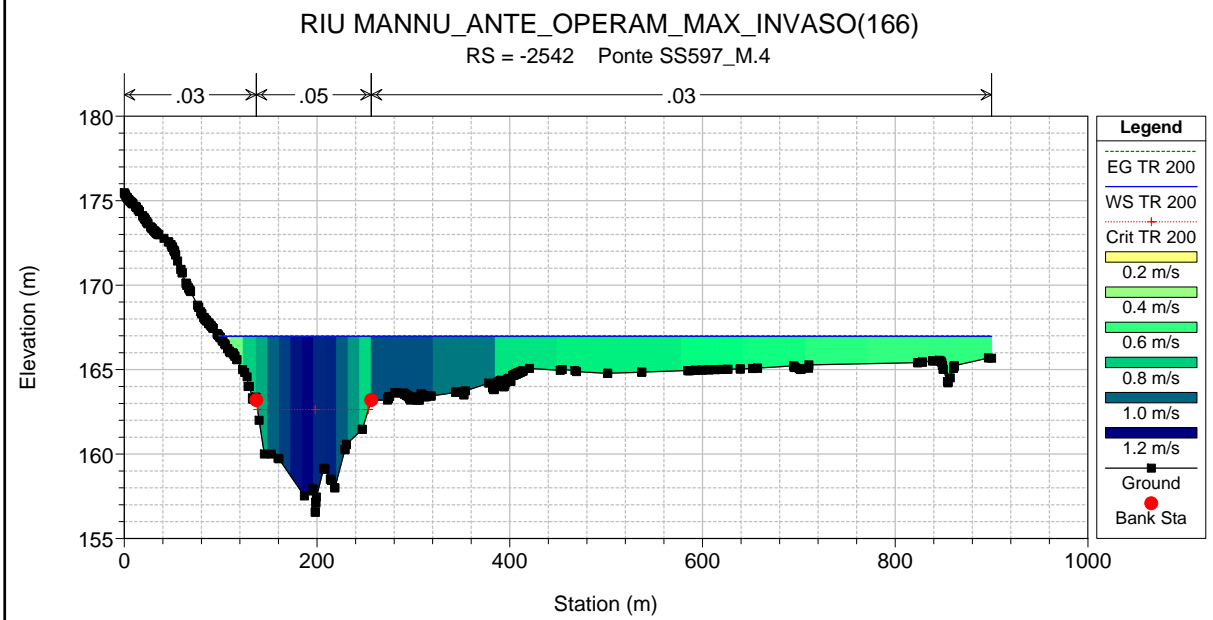
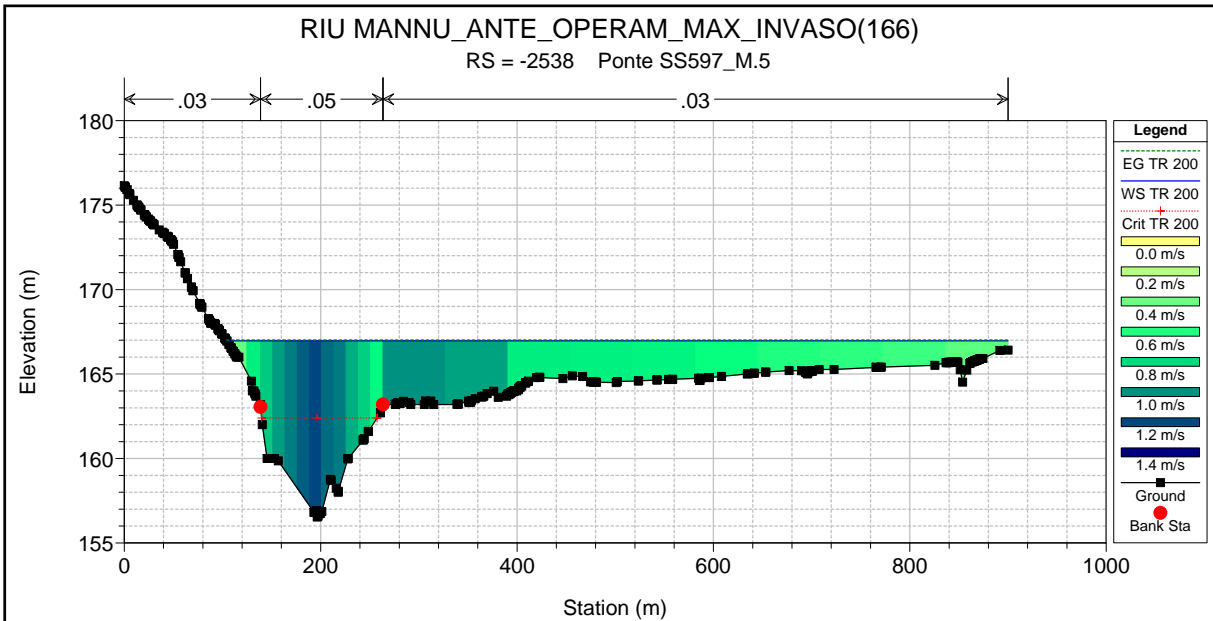


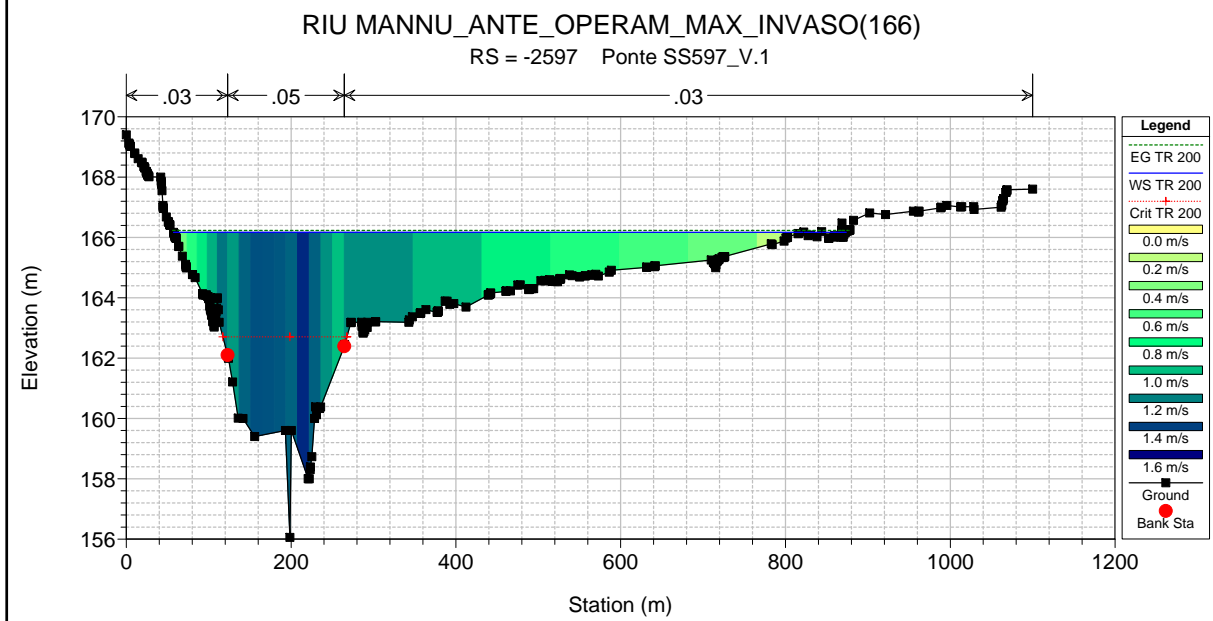
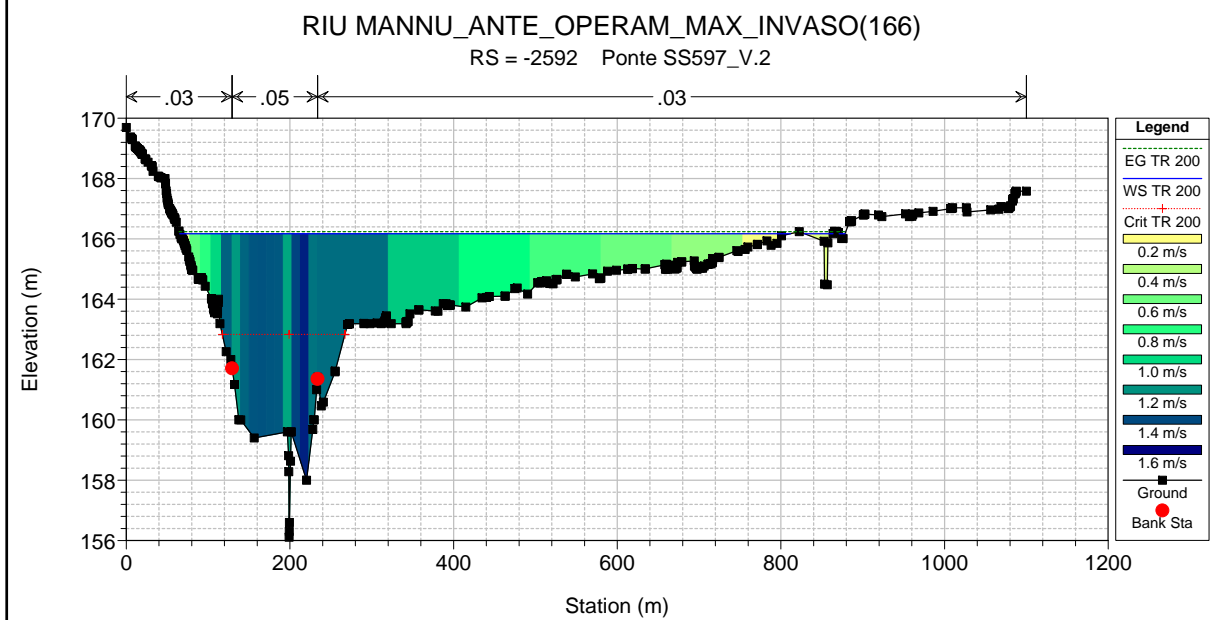
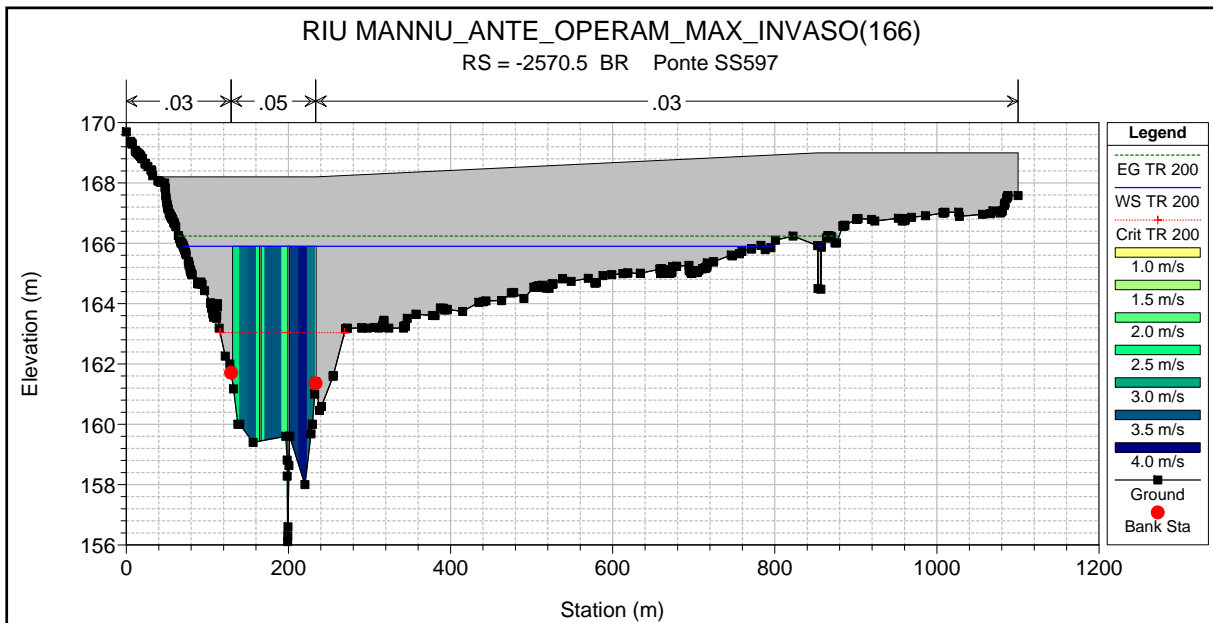


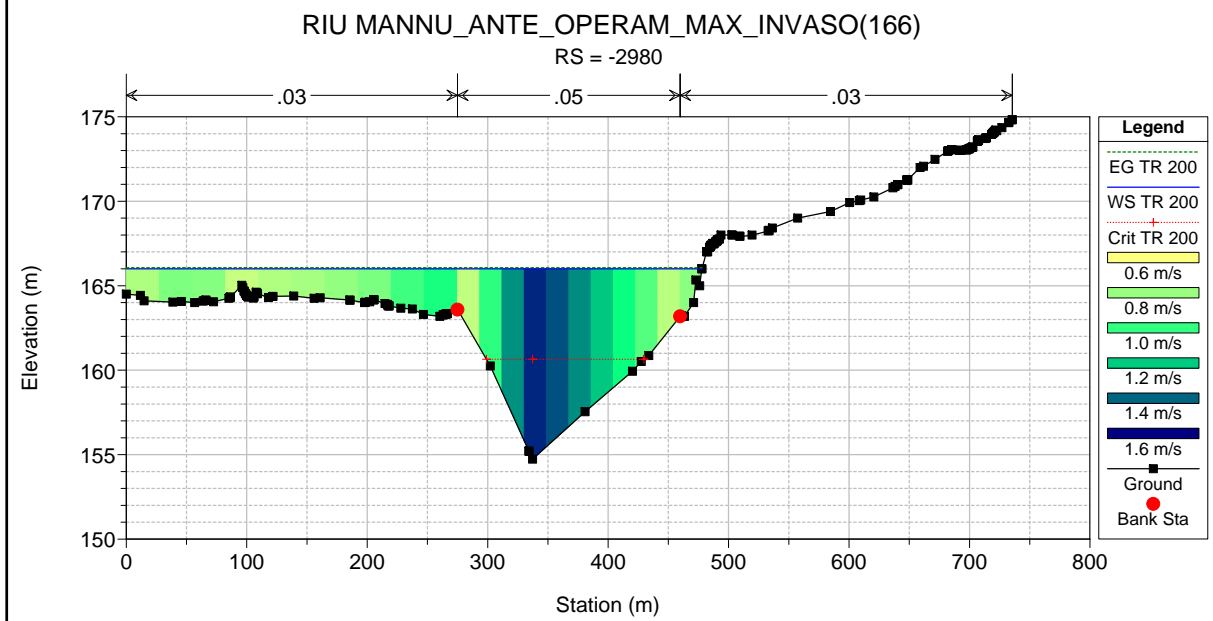
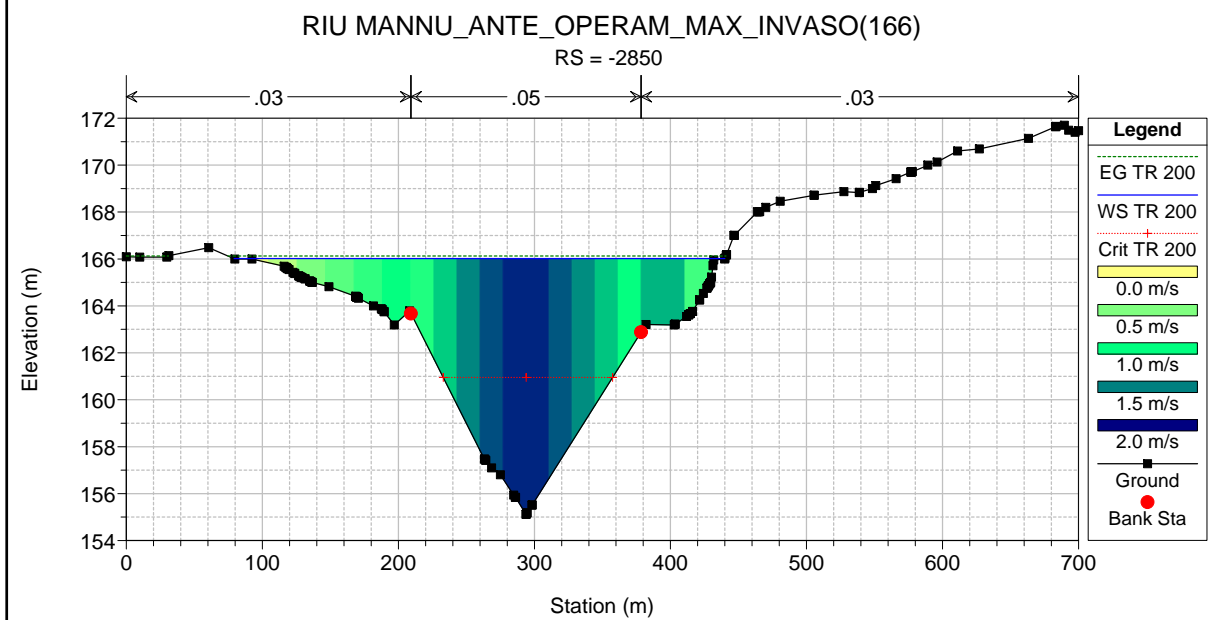
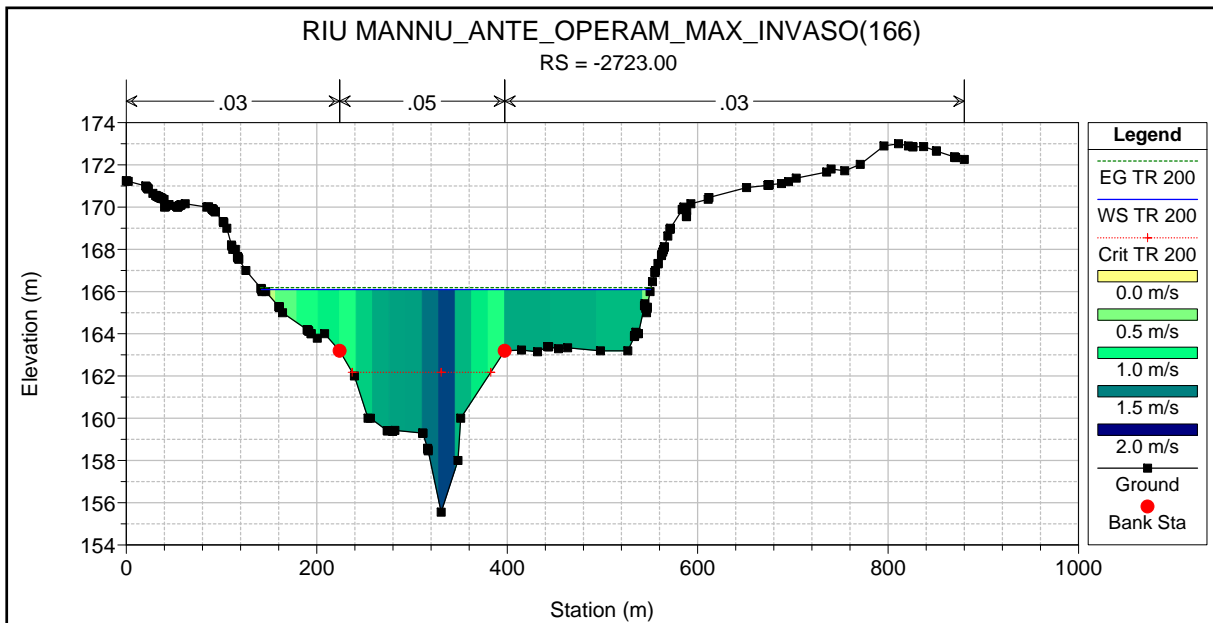






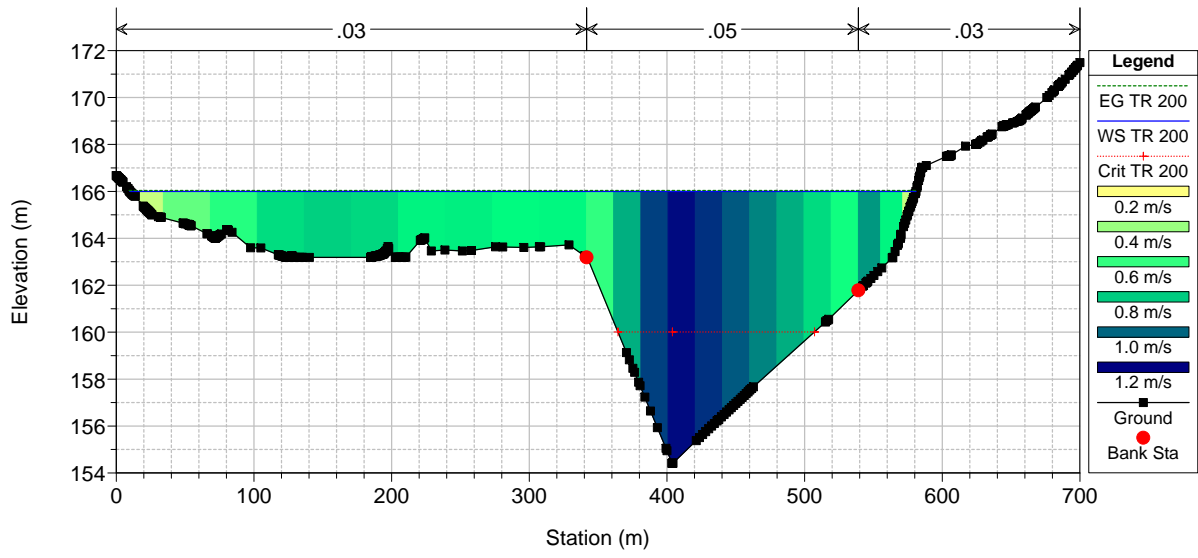






RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_INVASO(166)

RS = -3079



ALLEGATO 2.6

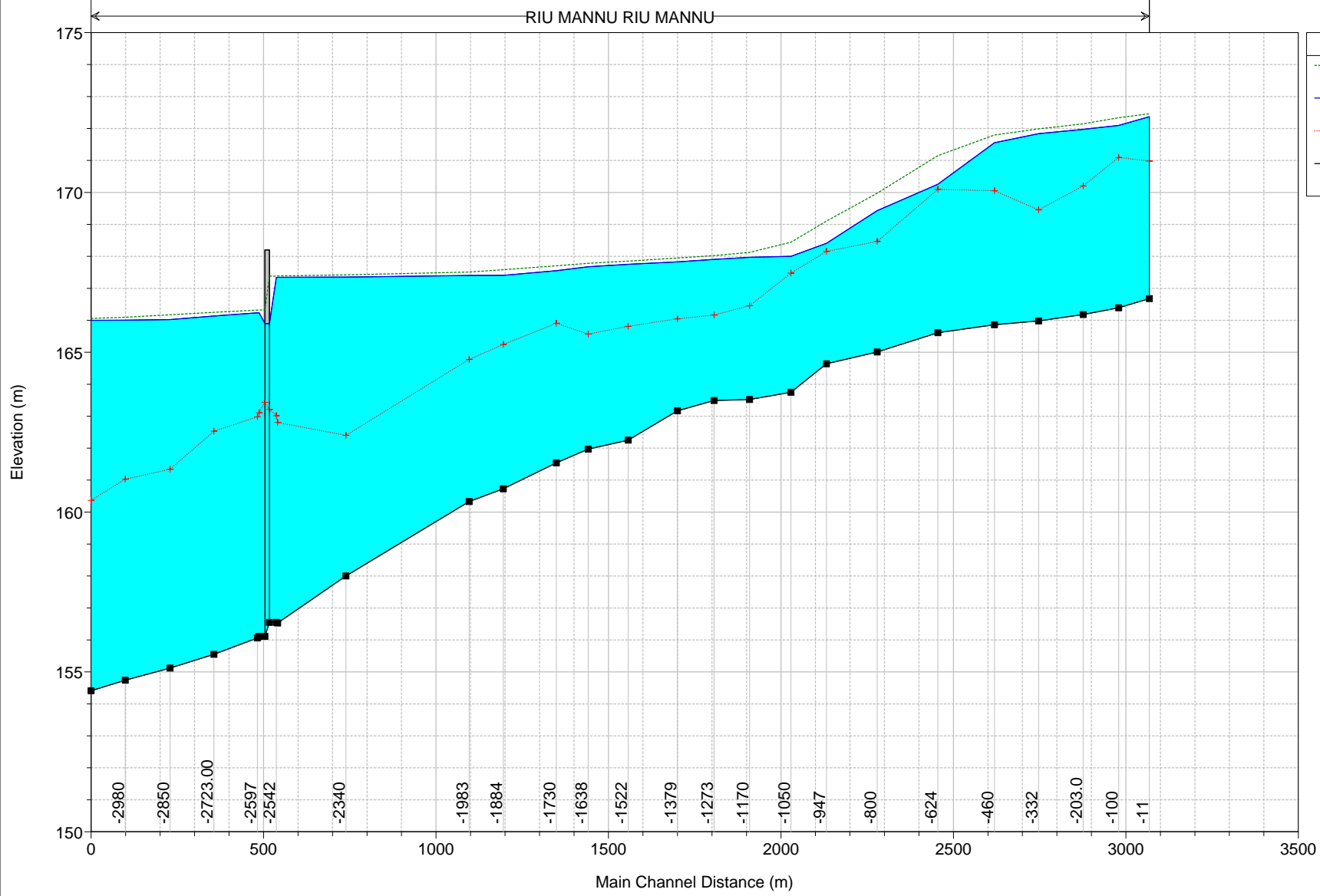
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: ANTE – Operam –
Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: ANTE_(166) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	52.9	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	294.0	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.42	169.43	168.47	0.96	0.55	169.97	3.3	3.3	3.5	171.0	3.11
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.77	168.41	168.15	0.26	0.63	169.10	3.2	3.6	2.7	184.4	1.96
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	4.25	168.00	167.47	0.53	0.53	168.44	3.2	2.9	3.6	163.0	1.77
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.70	167.97	166.46	1.51	0.26	168.12	1.6	1.7	4.0	40.7	2.49
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.71	167.90	166.17	1.73	0.22	168.02	1.4	1.5	4.2	29.5	2.79
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.66	167.83	166.05	1.78	0.22	167.95	1.4	1.5	4.2	30.7	2.73
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	5.50	167.75	165.81	1.94	0.19	167.85	1.2	1.4	4.0	21.8	3.00
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	5.70	167.67	165.57	2.10	0.21	167.78	1.3	1.4	4.2	26.8	3.24
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	6.01	167.55	165.91	1.64	0.24	167.71	1.6	1.7	4.6	38.8	3.14
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	6.67	167.40	165.24	2.16	0.23	167.58	1.6	1.8	5.3	37.6	3.88
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	7.07	167.40	164.78	2.62	0.17	167.51	1.3	1.4	5.6	22.1	3.99
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	9.35	167.35	162.40	4.95	0.10	167.42	0.9	1.2	8.3	10.7	5.98
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	10.81	167.34	162.80	4.54	0.12	167.38	1.0	0.9	7.8	13.1	3.40
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	10.79	167.34	163.01	4.33	0.12	167.38	1.1	0.9	7.7	13.9	3.30
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	10.12	166.24	163.11	3.13	0.19	166.32	1.5	1.3	6.5	30.6	2.39
RIU MANNU	-2597	TR 500	2431.0	156.06	10.17	166.23	162.98	3.25	0.19	166.32	1.5	1.2	6.2	29.4	2.42
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	10.58	166.13	162.53	3.60	0.20	166.25	1.6	1.5	6.1	32.6	3.95
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	10.90	166.02	161.34	4.68	0.22	166.17	1.8	1.7	7.0	41.4	4.05
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	11.26	166.00	161.03	4.97	0.17	166.09	1.4	1.3	7.0	26.2	3.91
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	11.59	166.00	160.37	5.63	0.13	166.06	1.1	1.0	7.6	15.8	4.16

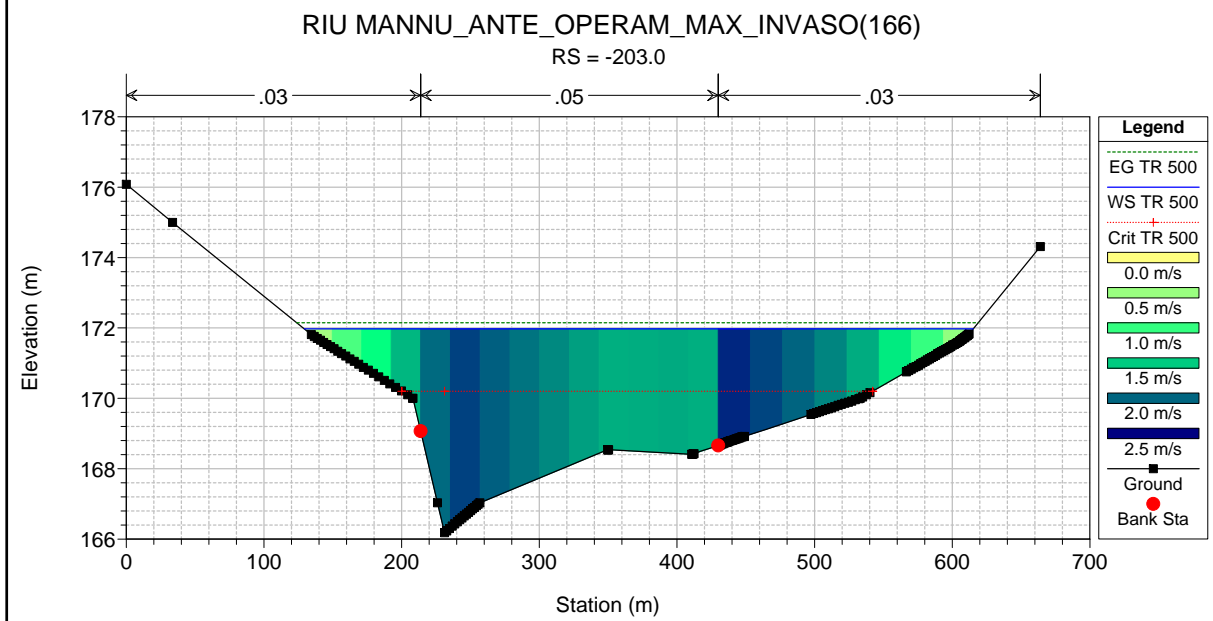
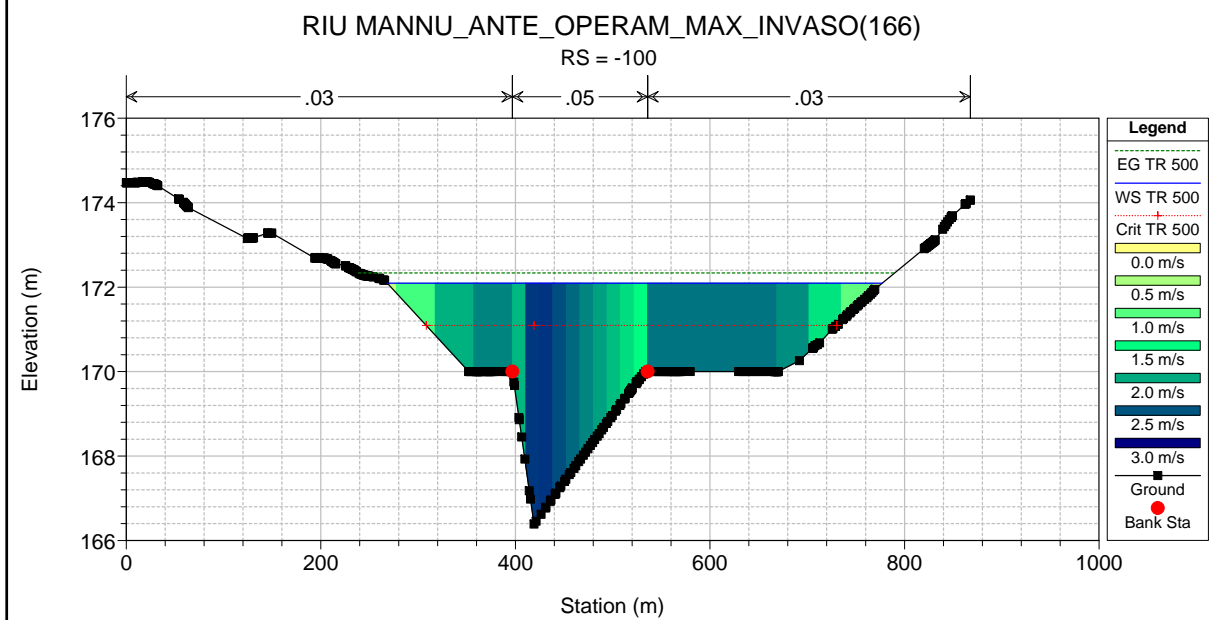
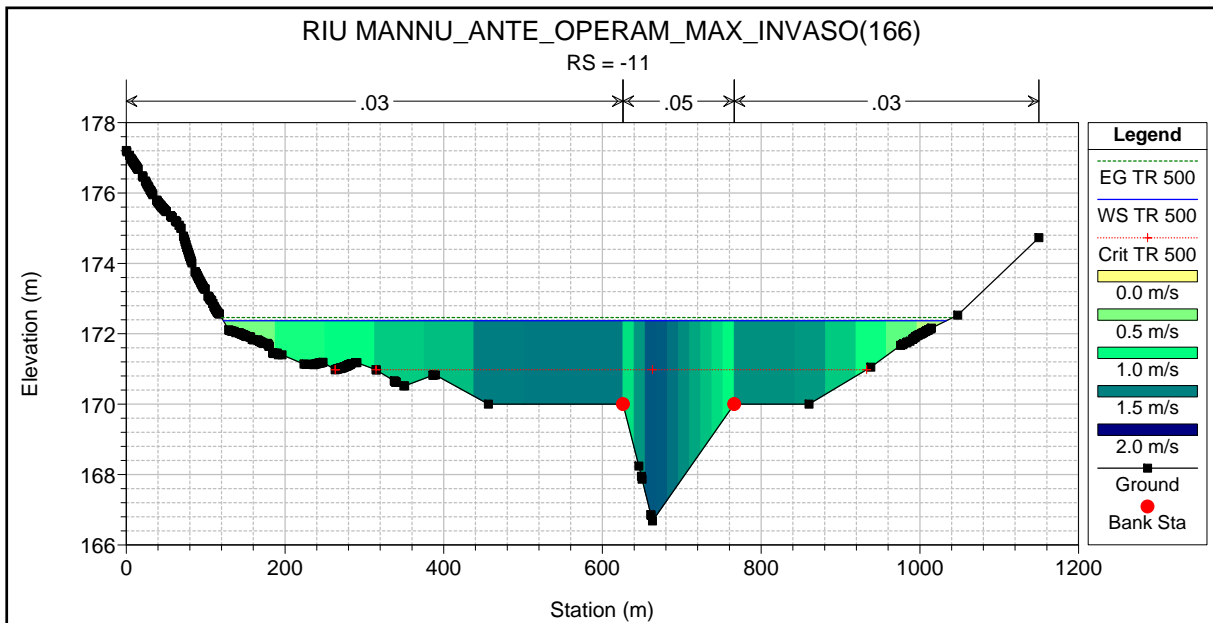
RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_INVASO(166)

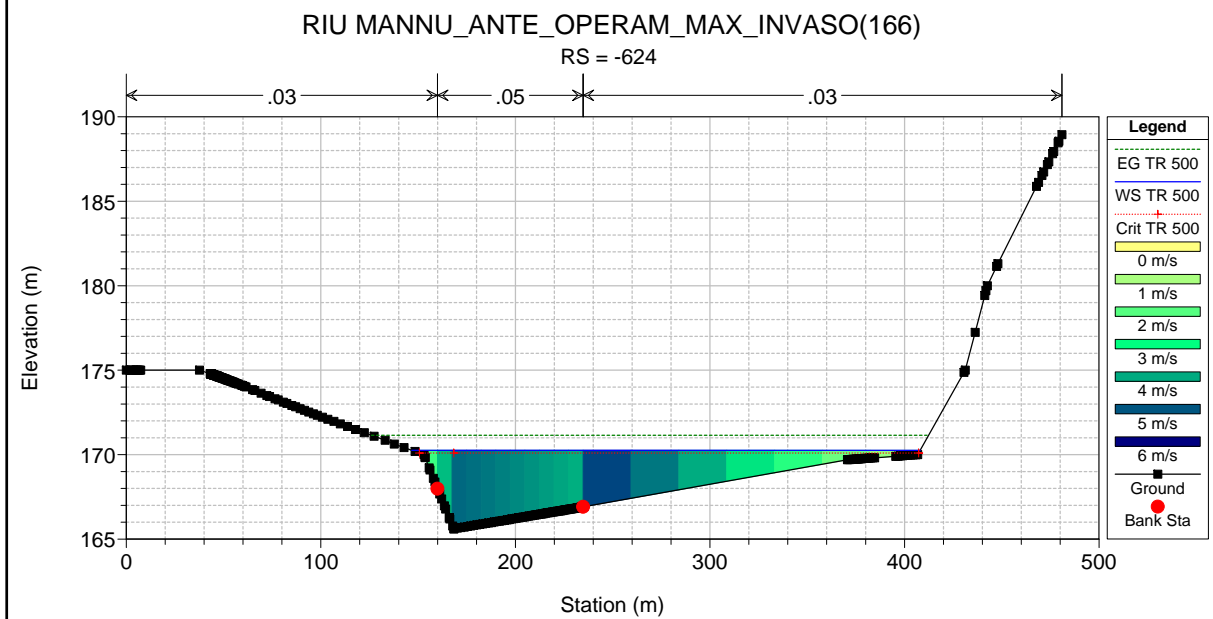
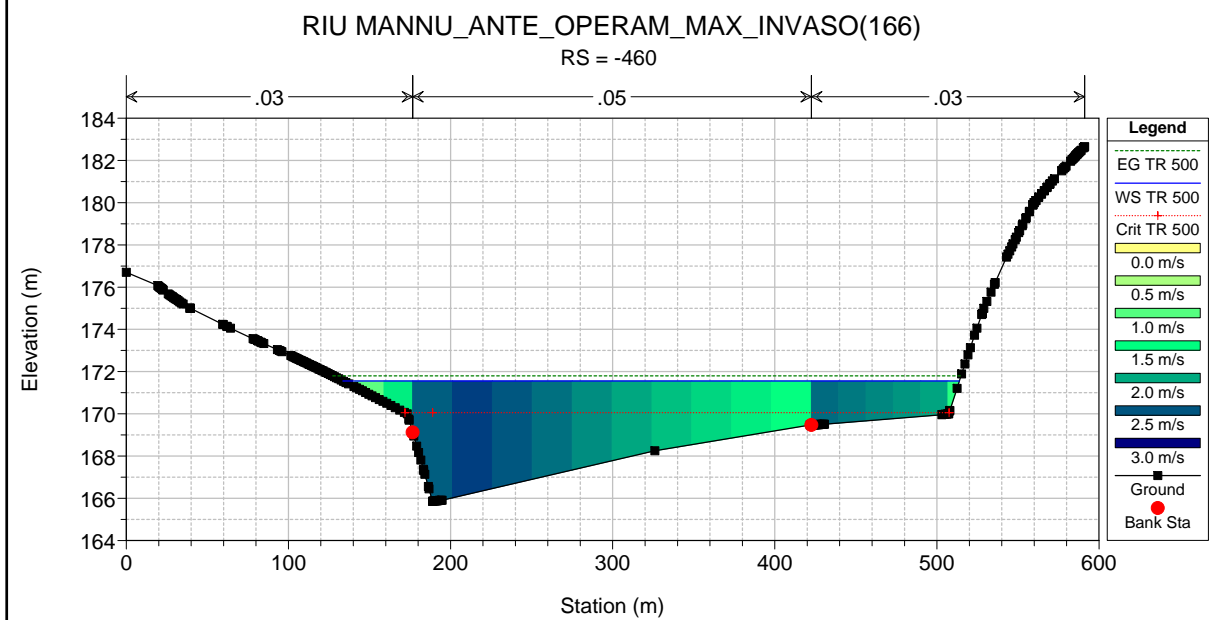
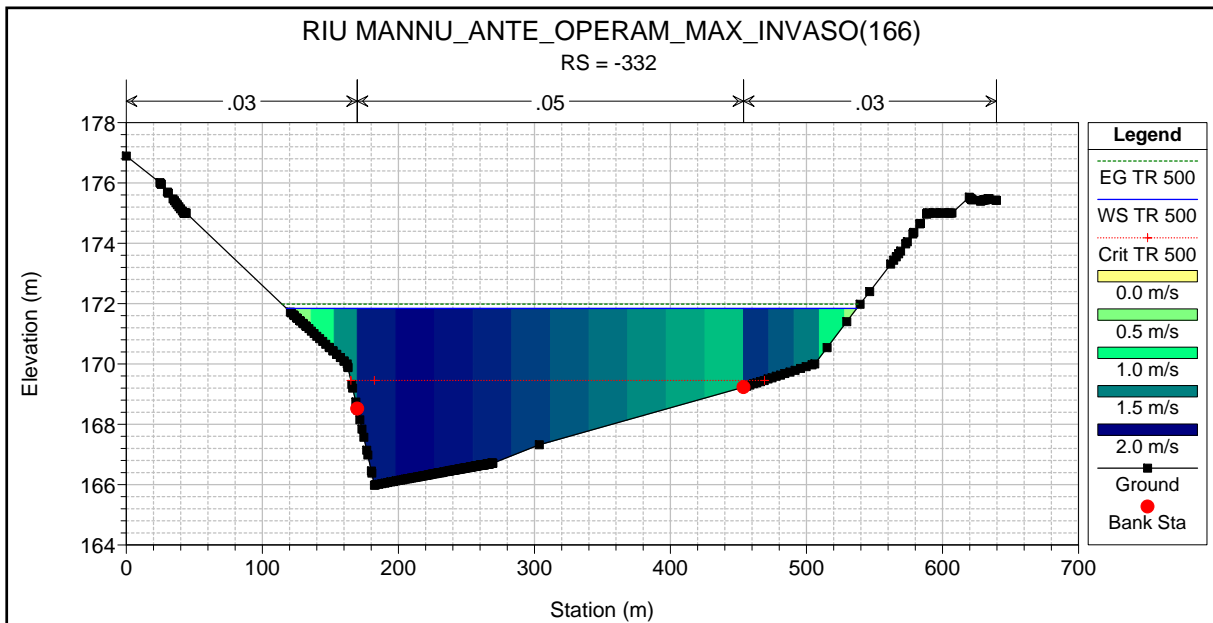
RIU MANNU RIU MANNU

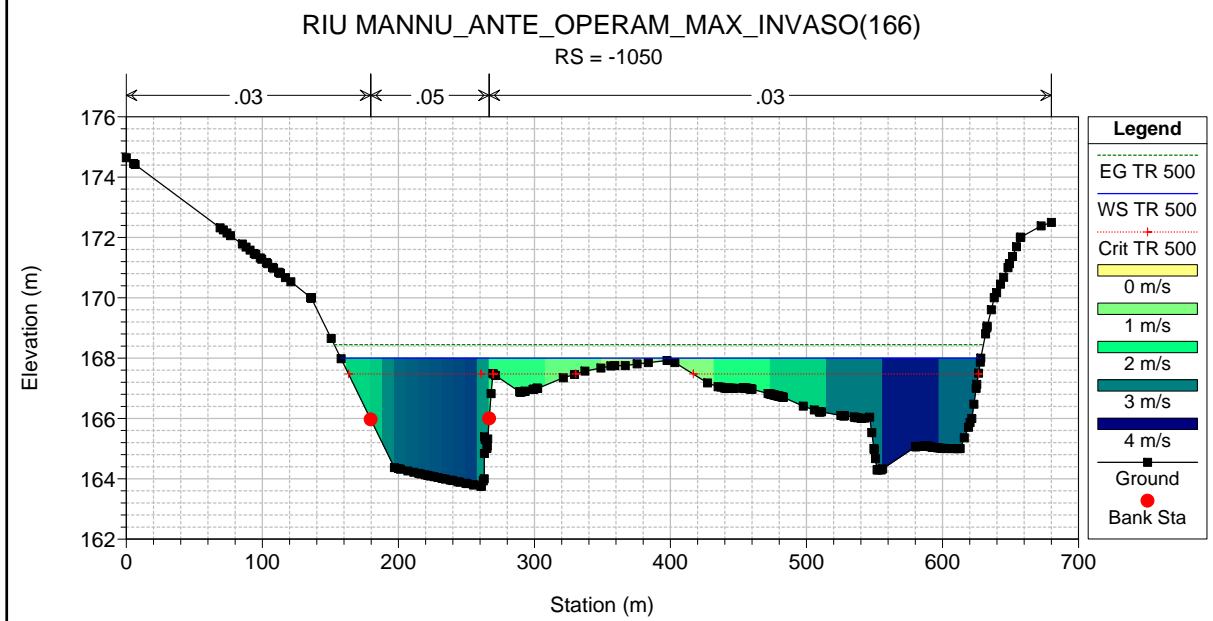
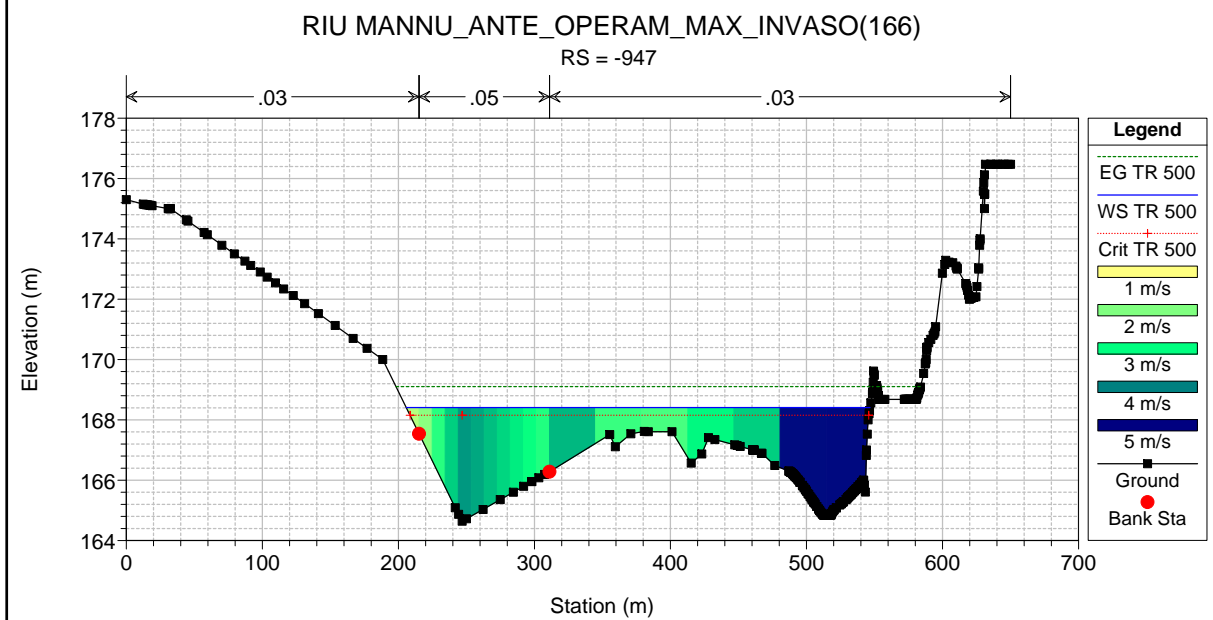
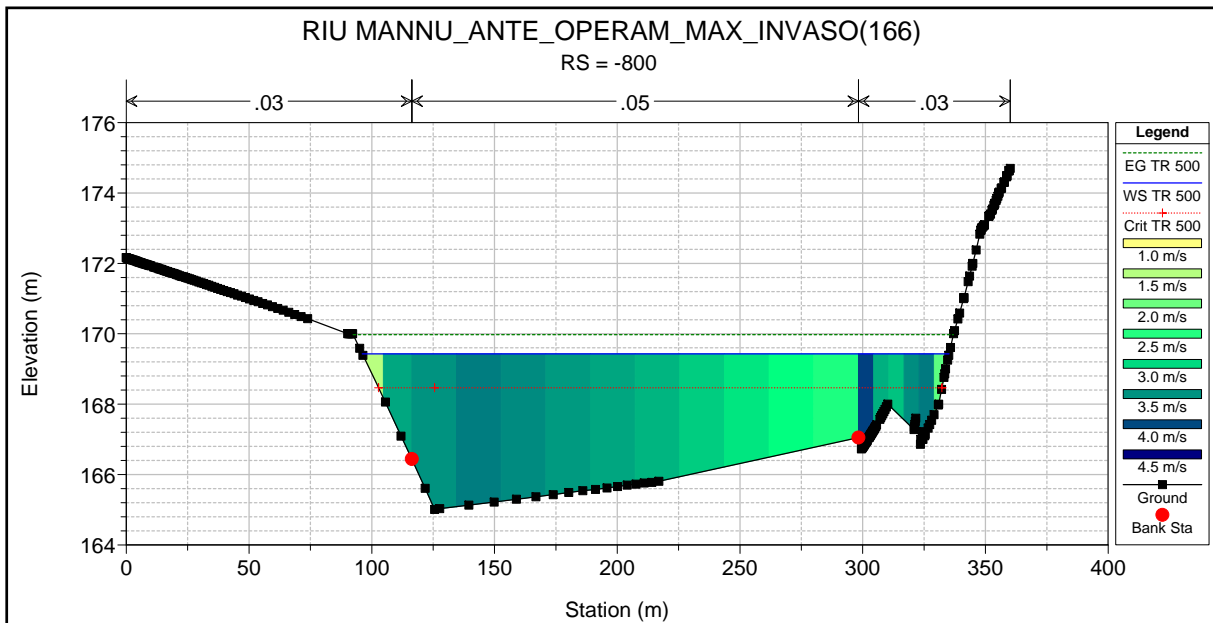


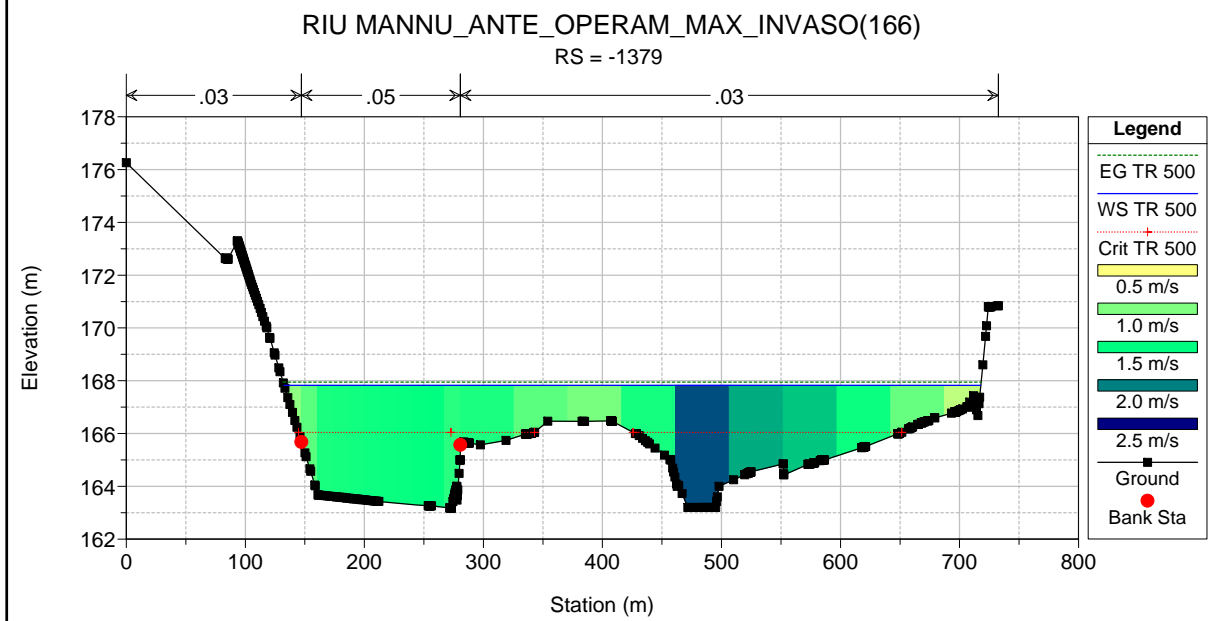
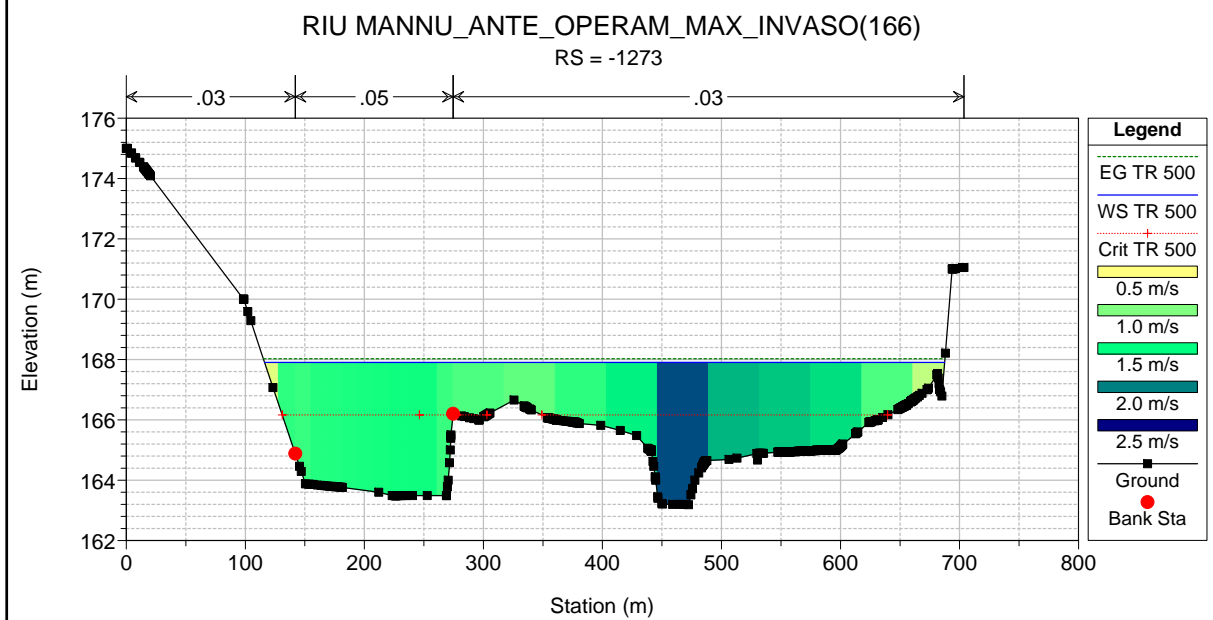
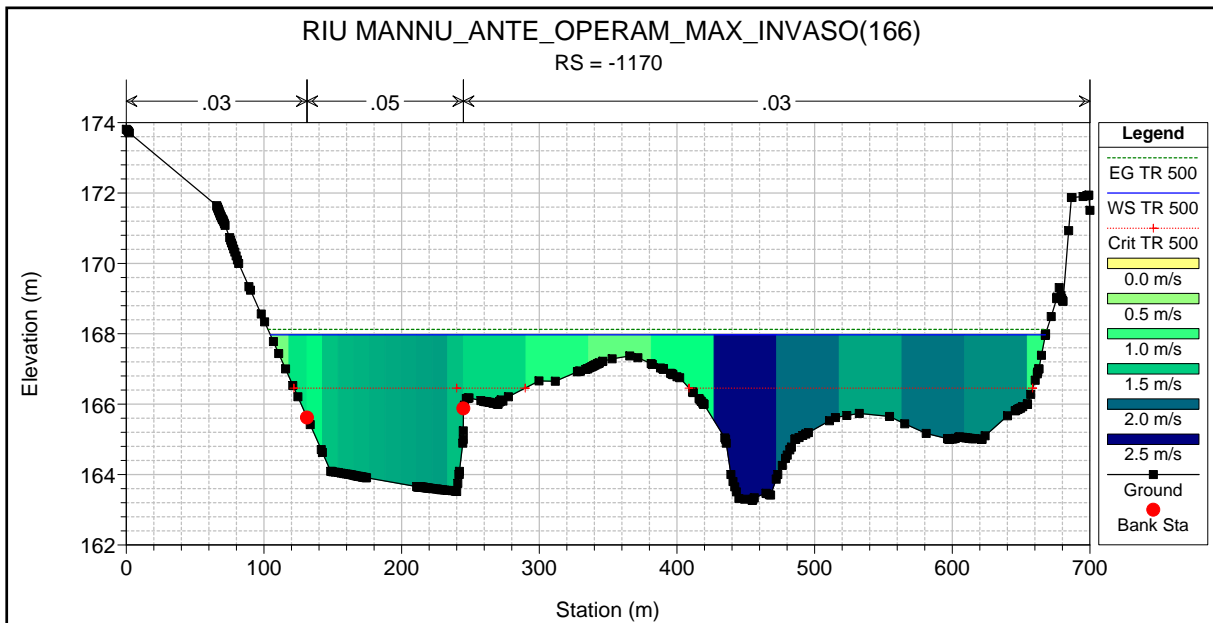
Legend

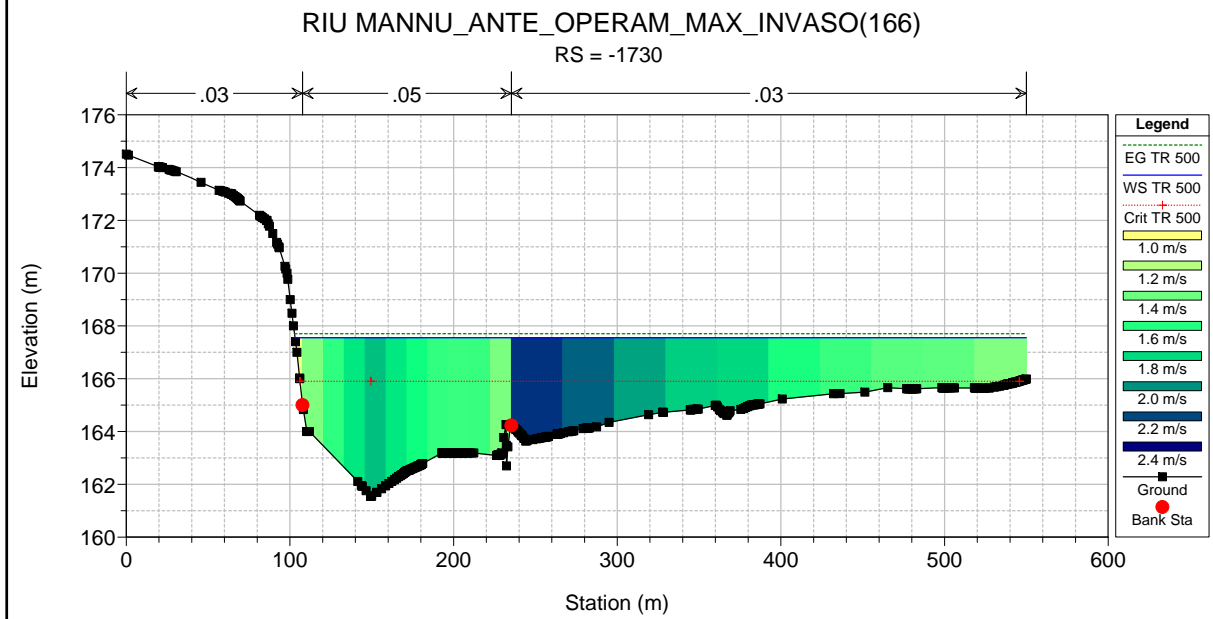
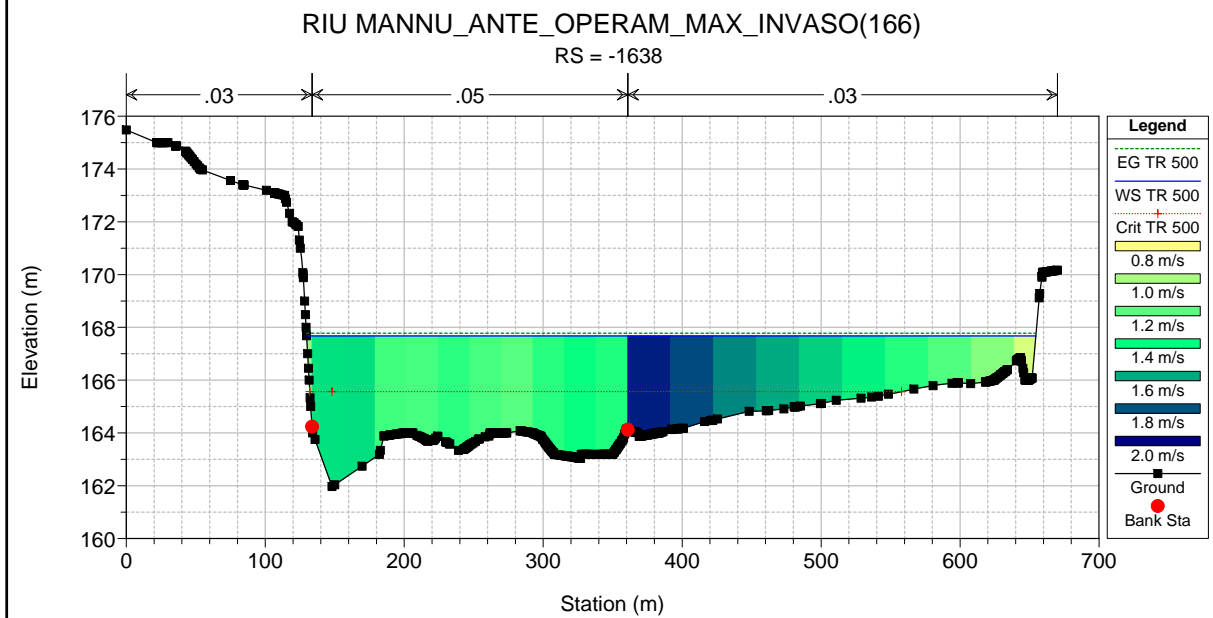
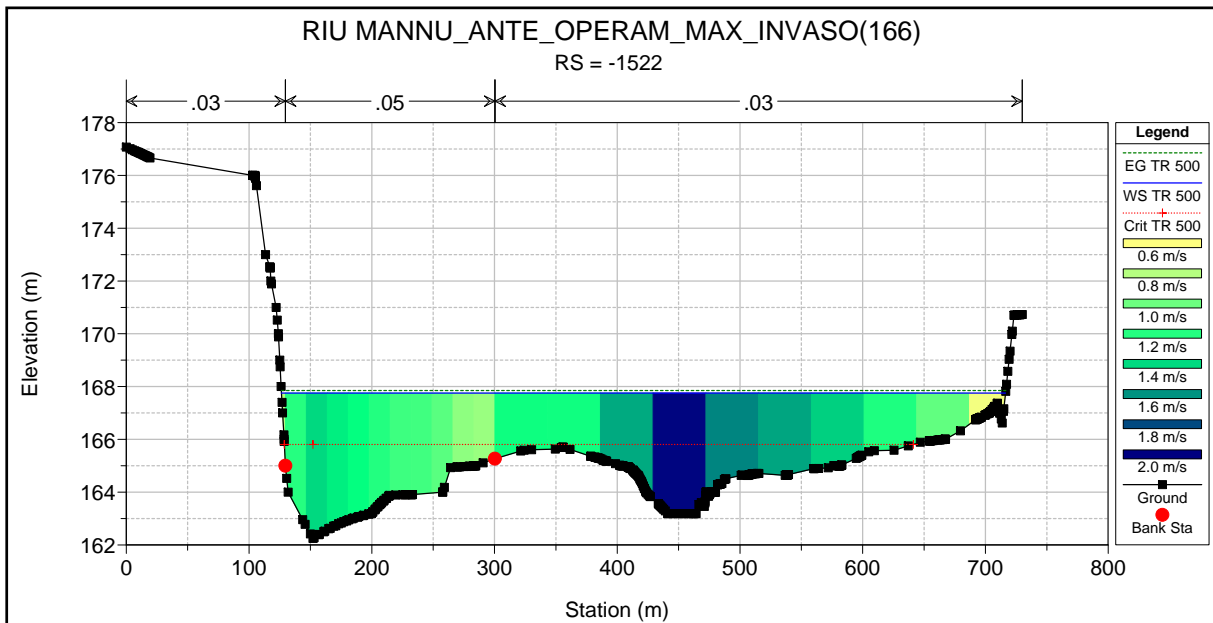
- EG TR 500
- WS TR 500
- Crit TR 500
- Ground

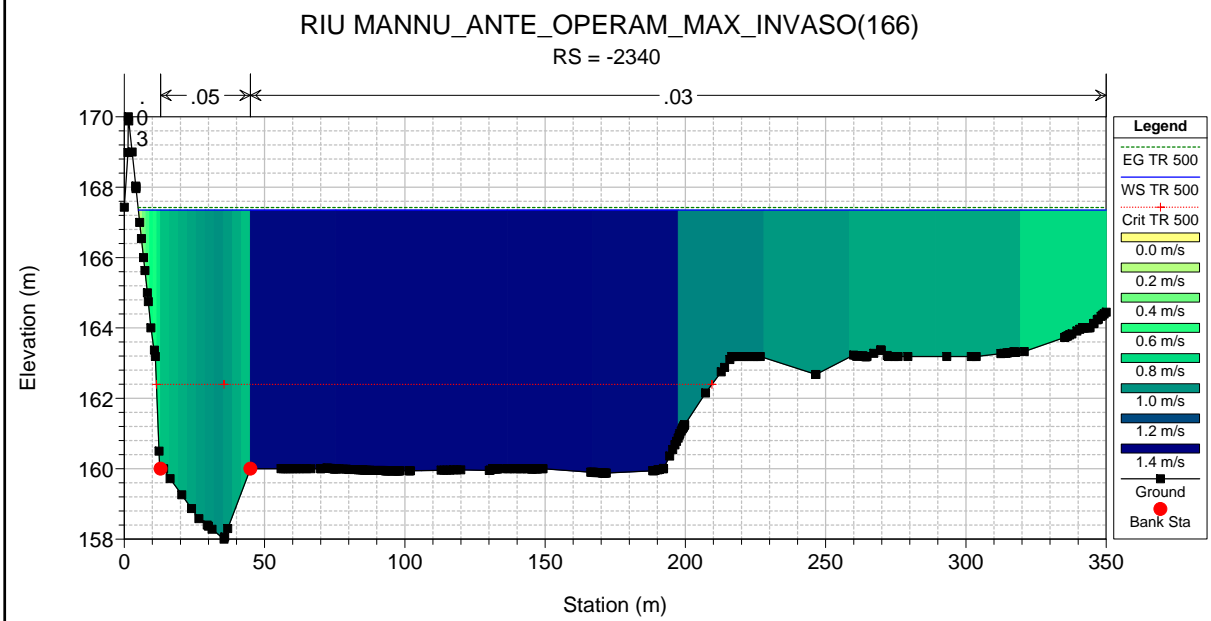
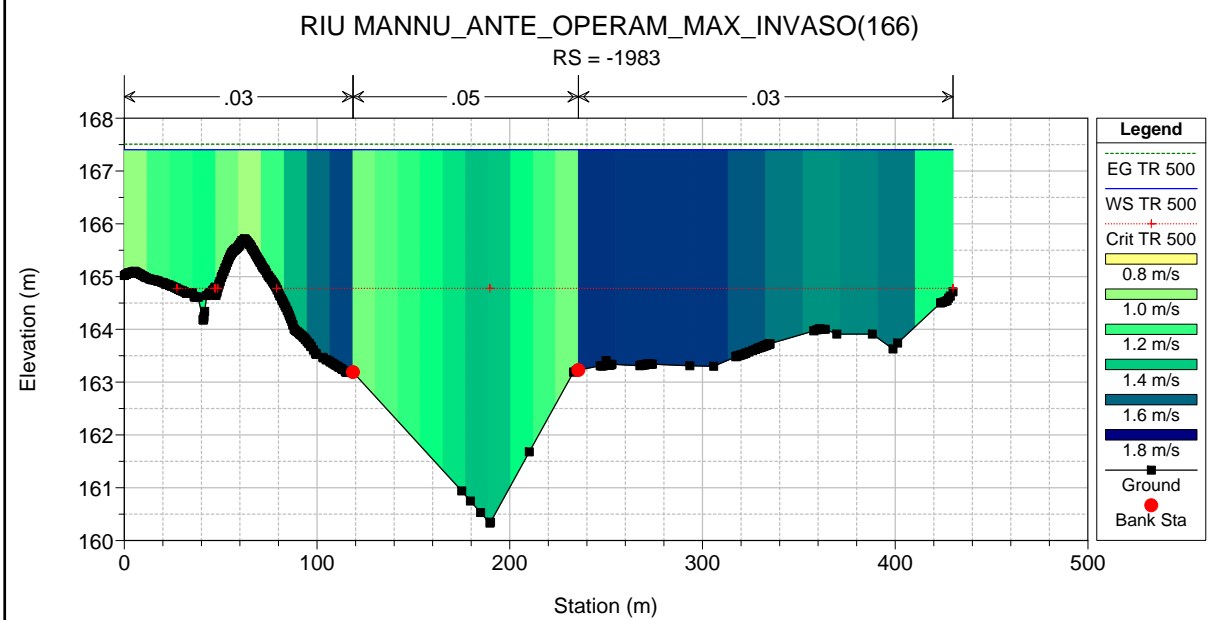
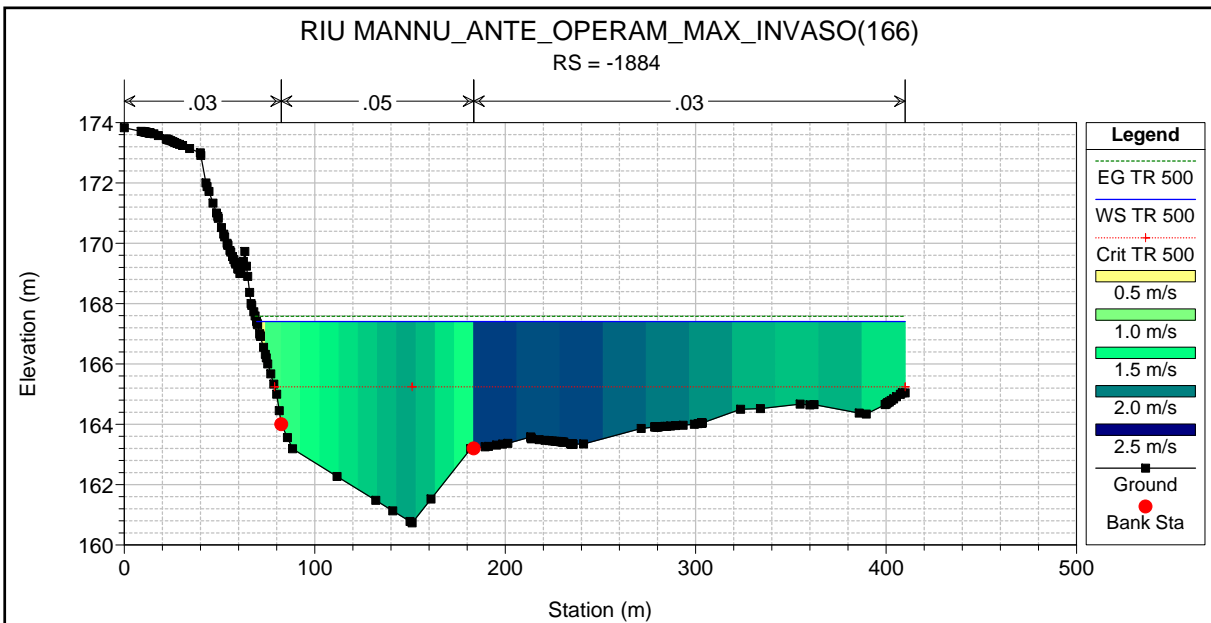


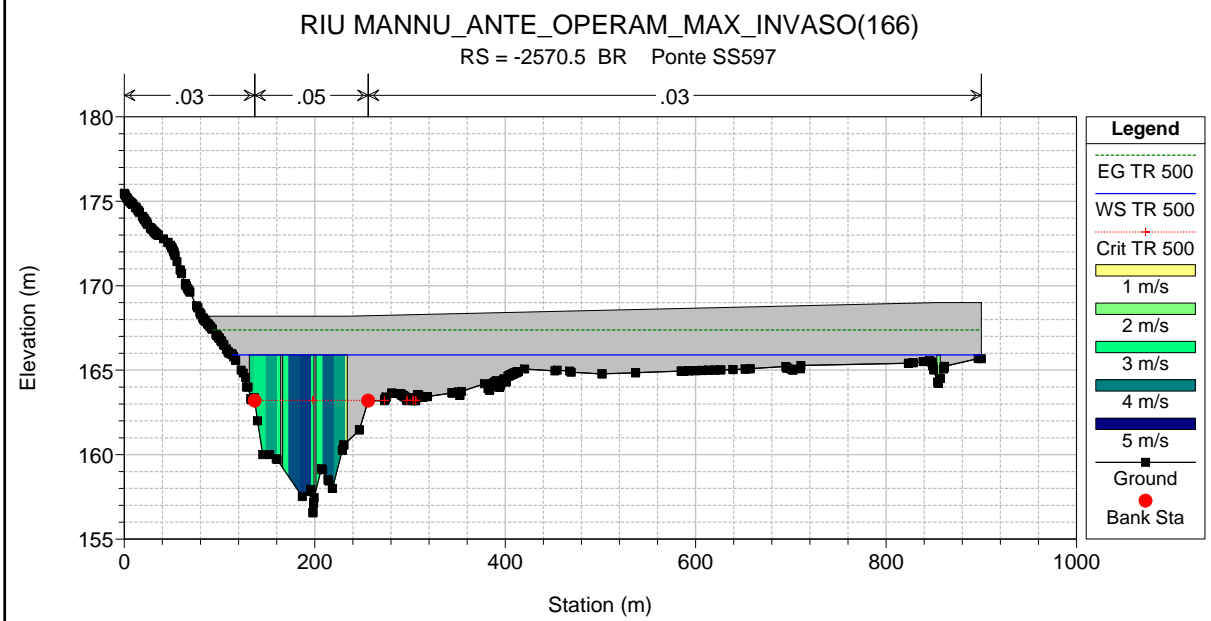
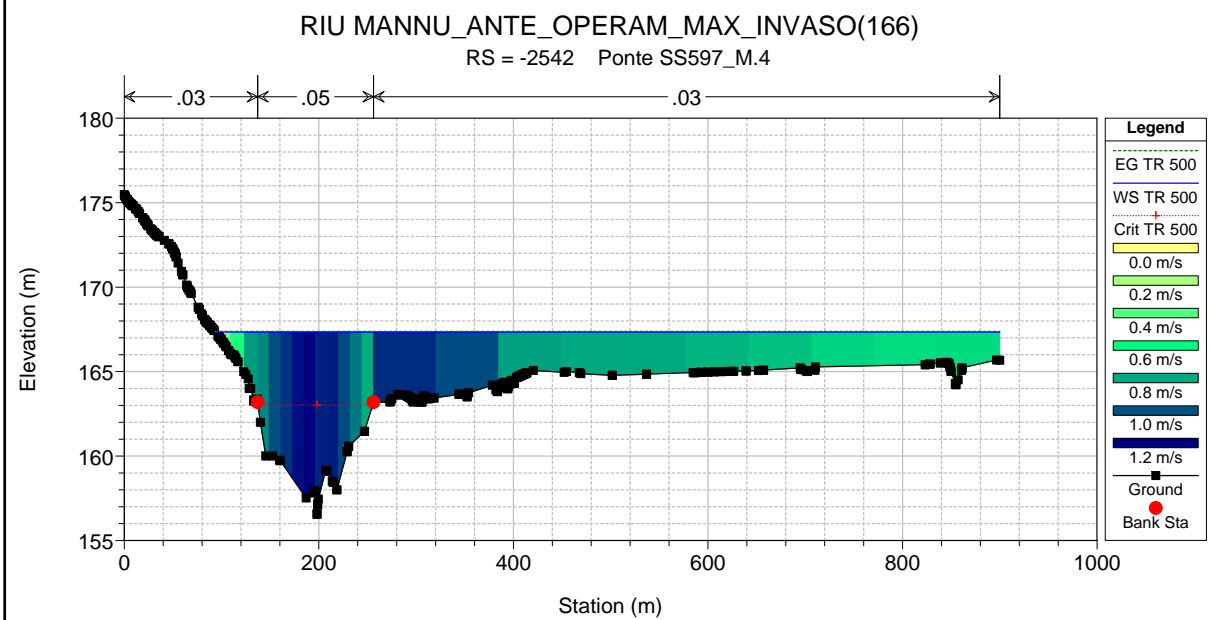
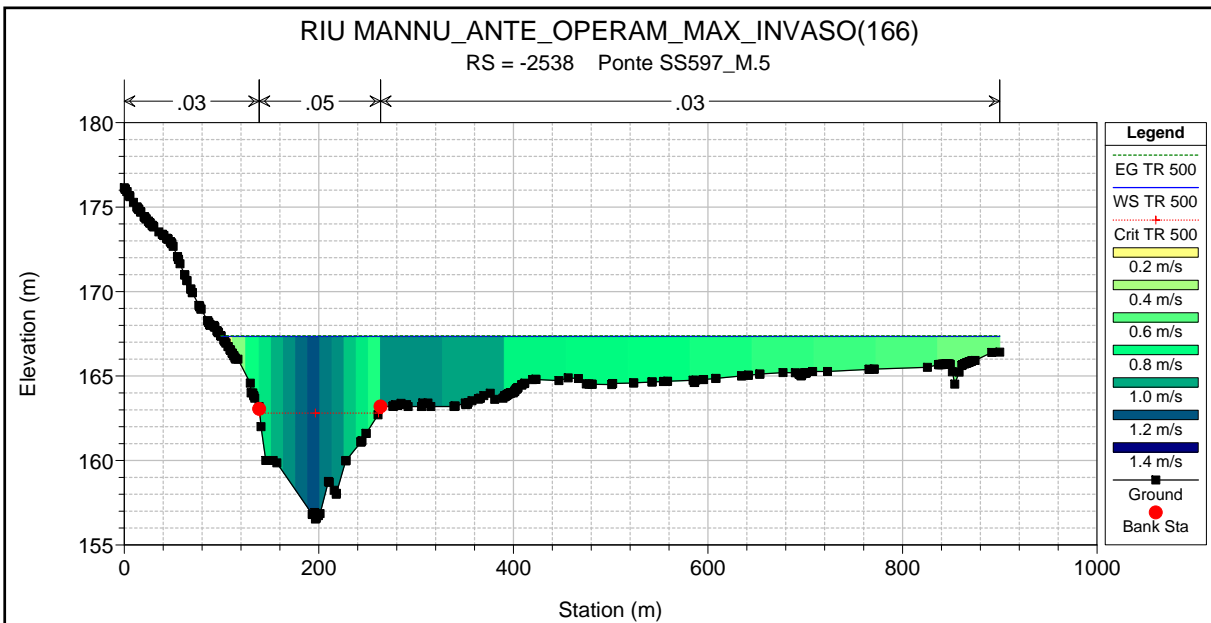


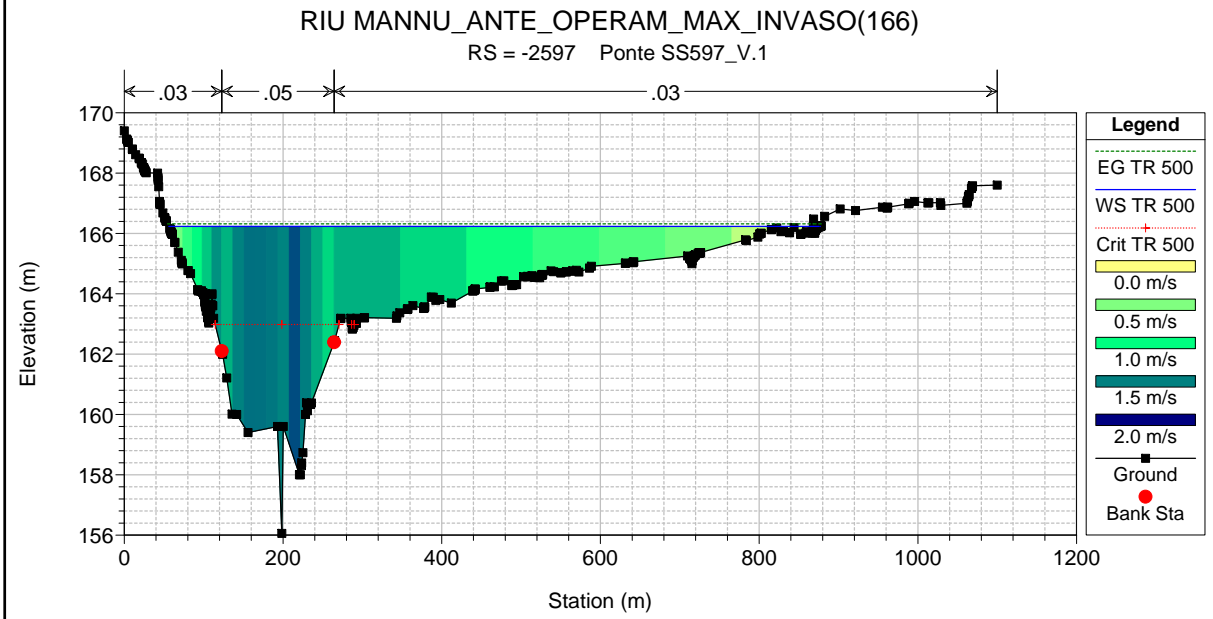
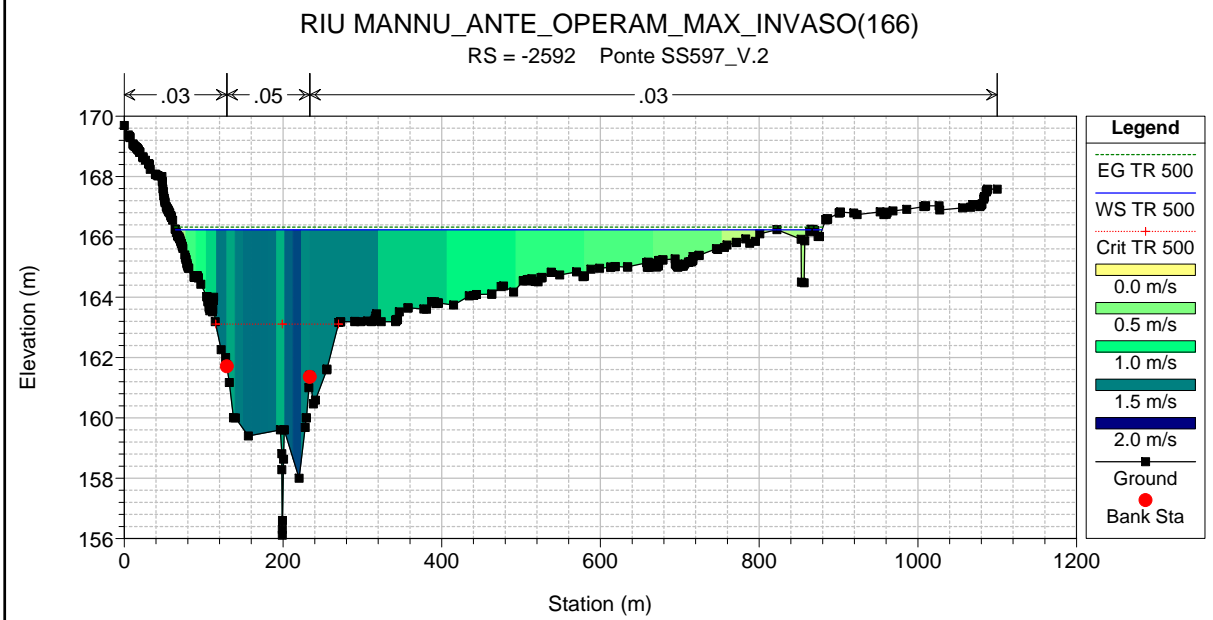
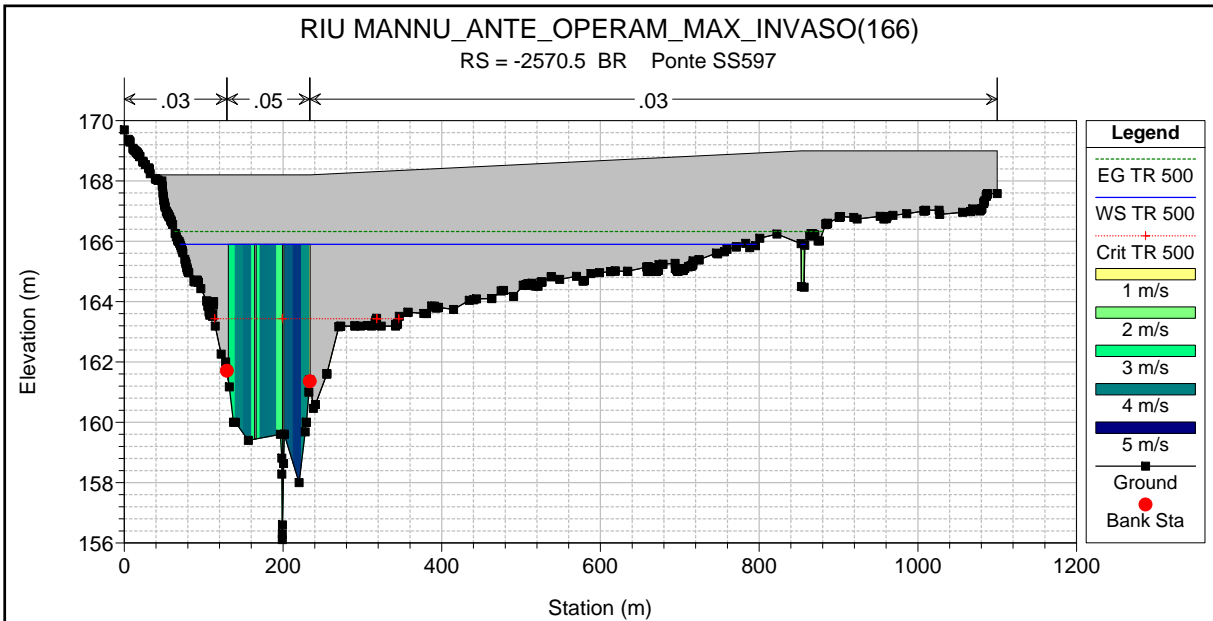


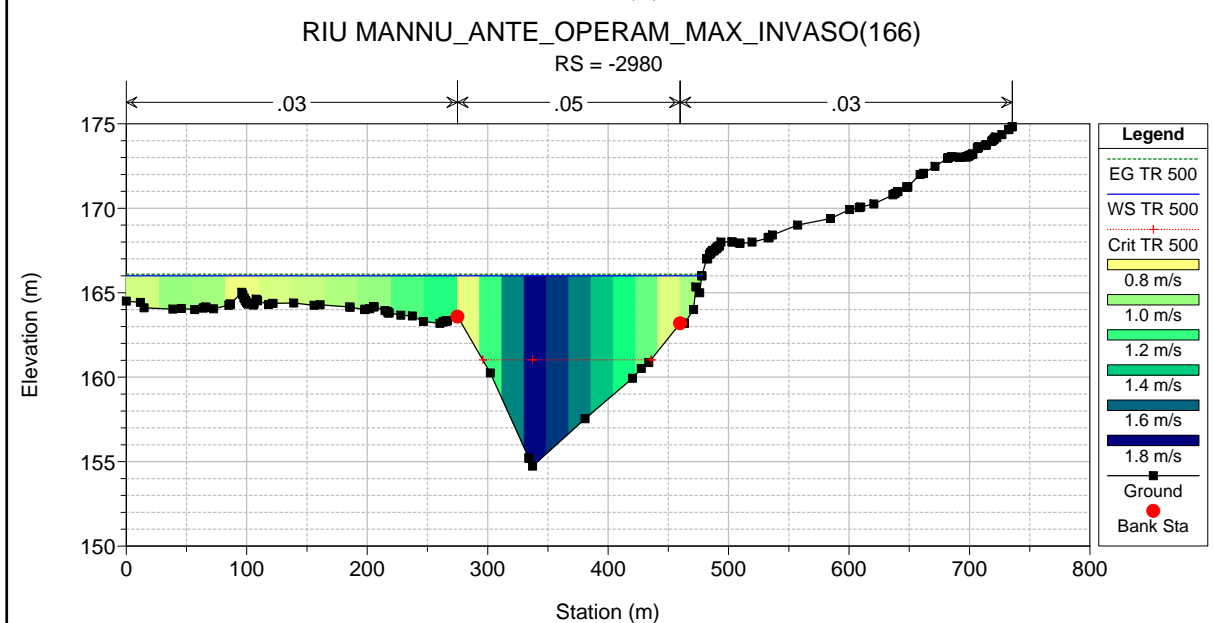
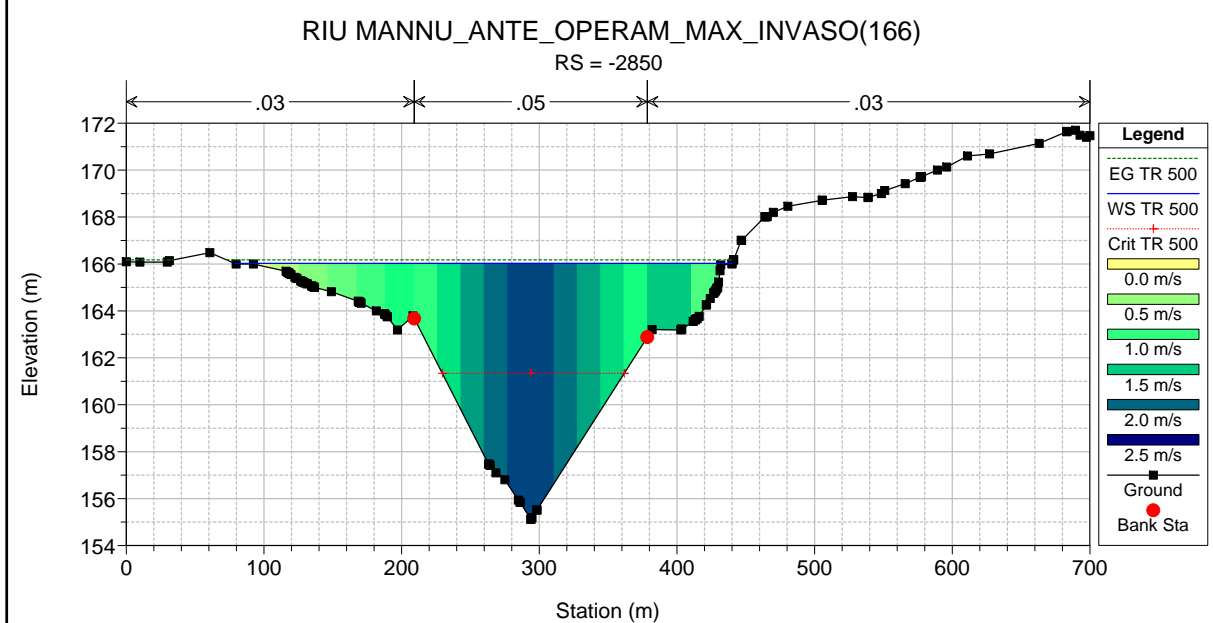
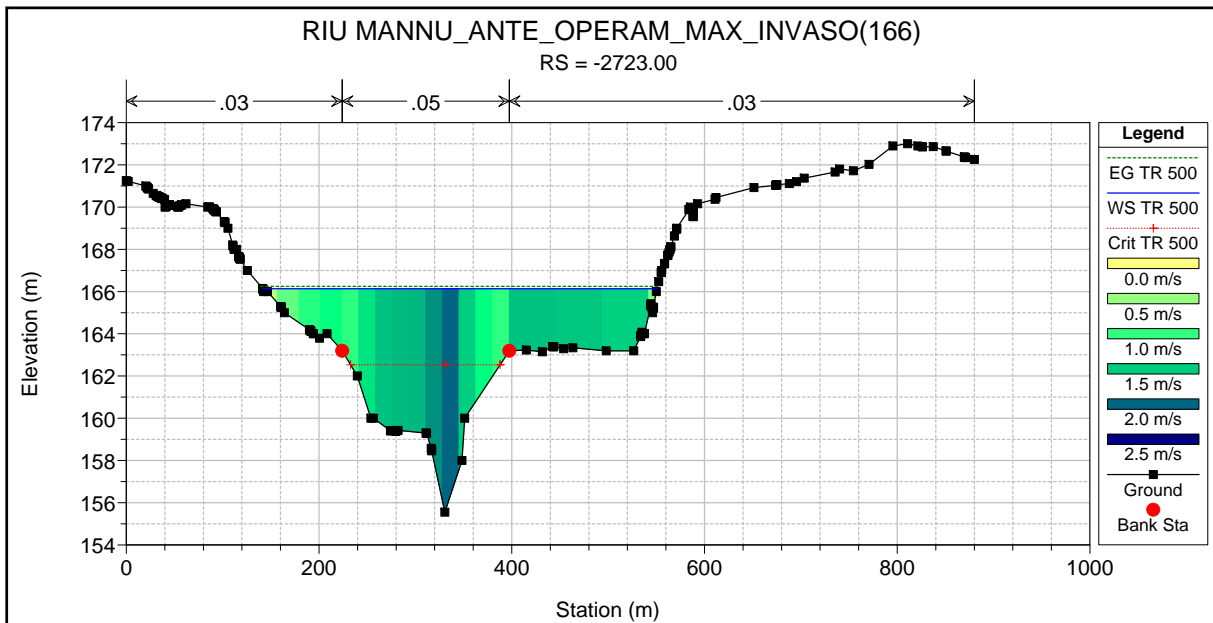






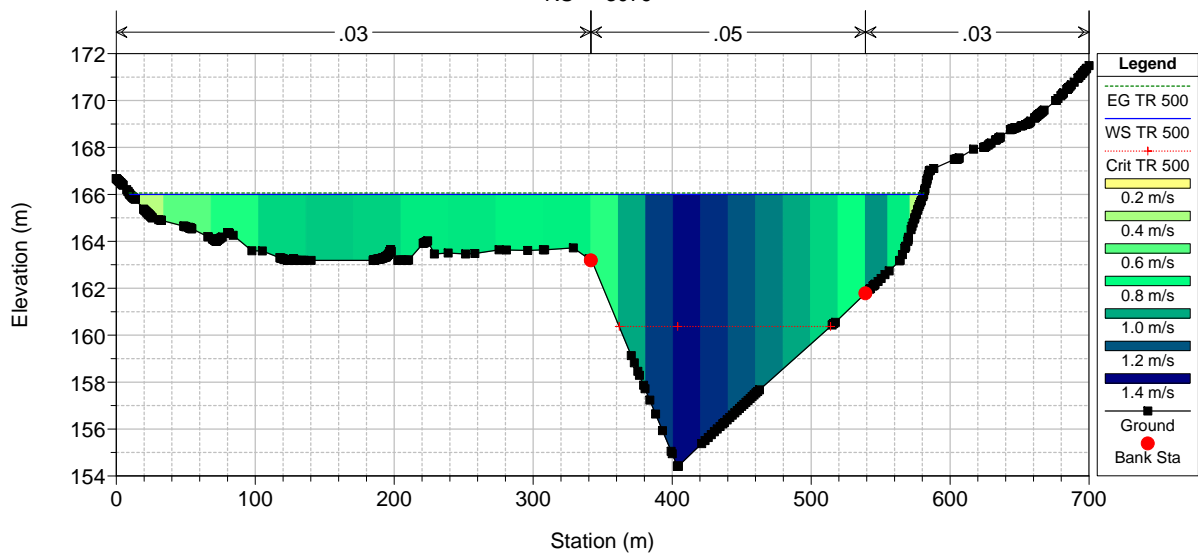






RIU MANNU_ANTE_OPERAM_MAX_INVASO(166)

RS = -3079



ALLEGATO 3

RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI
BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE POST – OPERAM)

ALLEGATO 3.1

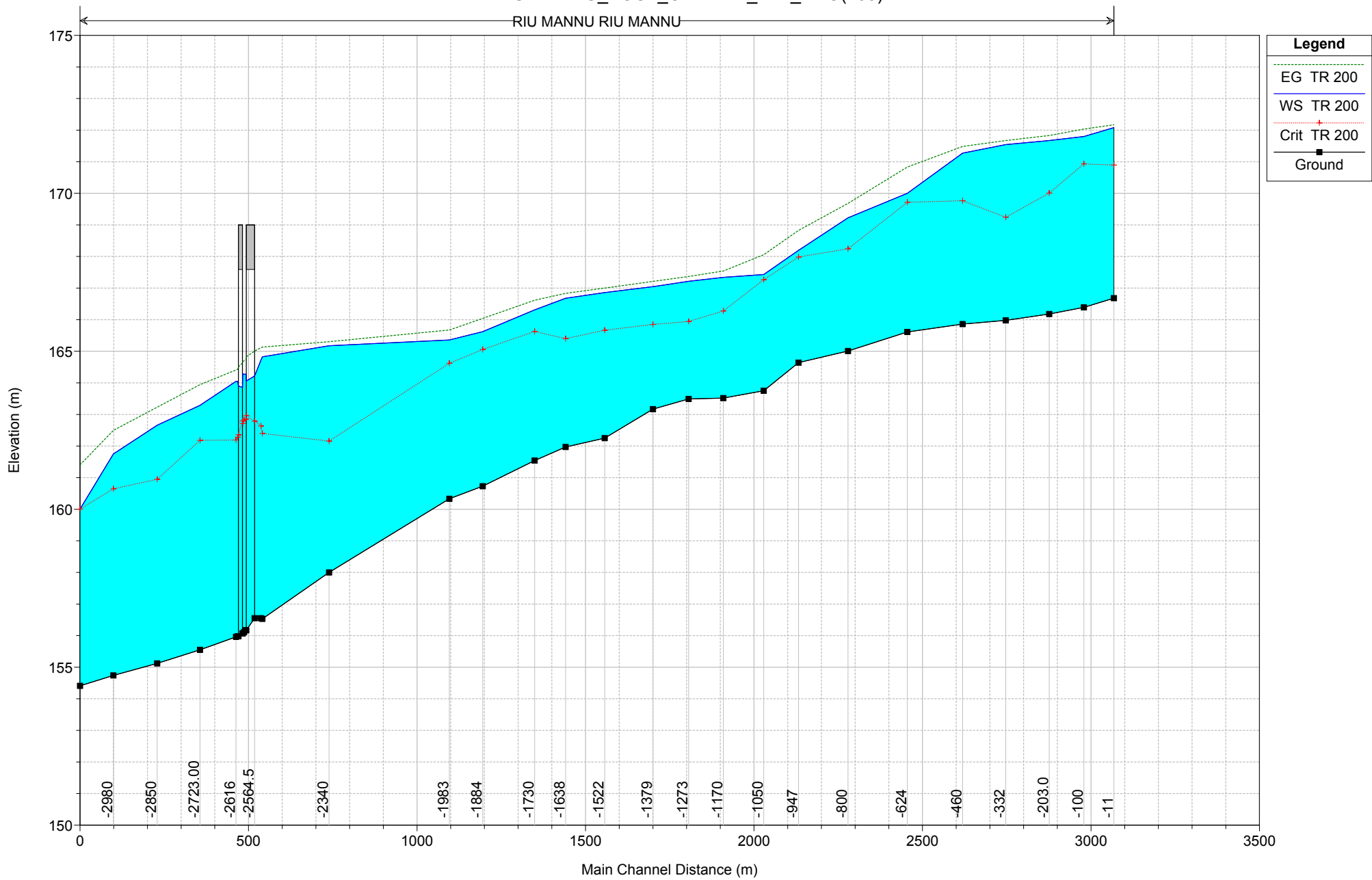
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: POST_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

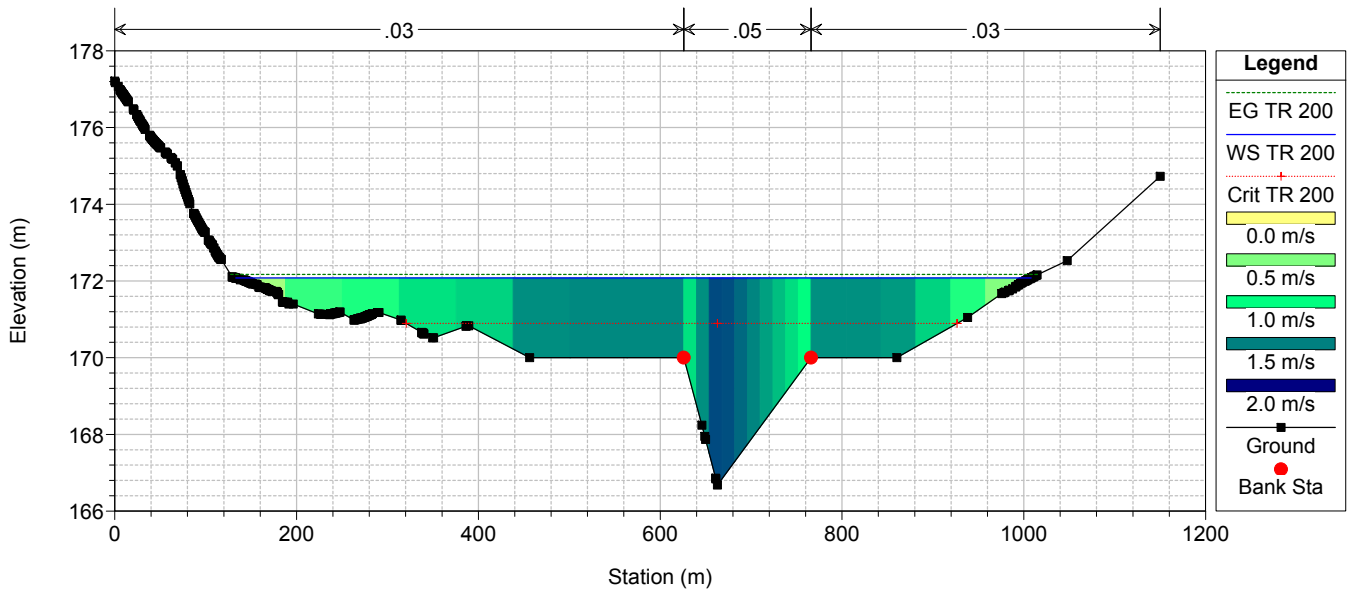
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.88	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.3	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	220.0	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.07	167.34	166.28	1.06	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.4	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.9	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.87	167.04	165.85	1.19	0.31	167.21	1.8	1.8	3.4	54.8	1.99
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.61	166.86	165.67	1.19	0.28	167.00	1.5	1.7	3.1	38.9	2.19
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.71	166.68	165.40	1.28	0.31	166.84	1.7	1.8	3.2	50.3	2.28
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.77	166.31	165.63	0.68	0.45	166.62	2.6	2.4	3.4	109.4	1.91
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	4.89	165.62	165.06	0.56	0.49	166.04	2.9	2.9	3.5	136.8	2.17
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.03	165.36	164.62	0.74	0.43	165.67	2.5	2.5	3.6	102.5	2.02
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.17	165.17	162.16	3.01	0.18	165.30	1.4	1.6	6.2	25.8	3.84
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	156.53	8.30	164.83	162.40	2.43	0.36	165.13	2.6	2.3	5.3	95.6	1.96
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	8.17	164.72	162.63	2.09	0.41	165.12	2.9	2.6	5.1	120.6	2.74
RIU MANNU	-2564.5		Bridge												
RIU MANNU	-2587	TR 200	2076.0	156.17	8.10	164.27	162.85	1.42	0.48	164.72	3.1	2.8	4.2	146.7	1.99
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	8.17	164.28	162.83	1.45	0.46	164.70	3.1	2.7	4.6	144.8	2.01
RIU MANNU	-2596	TR 200	2076.0	156.07	8.21	164.28	162.71	1.57	0.45	164.67	2.9	2.6	4.1	128.0	1.99
RIU MANNU	-2603.5		Bridge												
RIU MANNU	-2611	TR 200	2076.0	155.98	8.07	164.05	162.28	1.77	0.45	164.43	2.8	2.6	4.1	123.1	2.24
RIU MANNU	-2616	TR 200	2076.0	155.96	8.09	164.05	162.19	1.86	0.43	164.41	2.8	2.6	4.2	114.9	2.13
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	7.74	163.29	162.18	1.11	0.63	163.94	3.6	3.5	3.3	211.9	2.18
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	7.54	162.66	160.95	1.71	0.54	163.23	3.4	3.4	3.9	175.1	3.92
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	7.01	161.75	160.65	1.10	0.65	162.50	3.8	3.8	3.5	235.0	3.54
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	5.60	160.01	160.01	0.00	1.00	161.40	5.2	5.2	2.8	478.9	2.78

RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

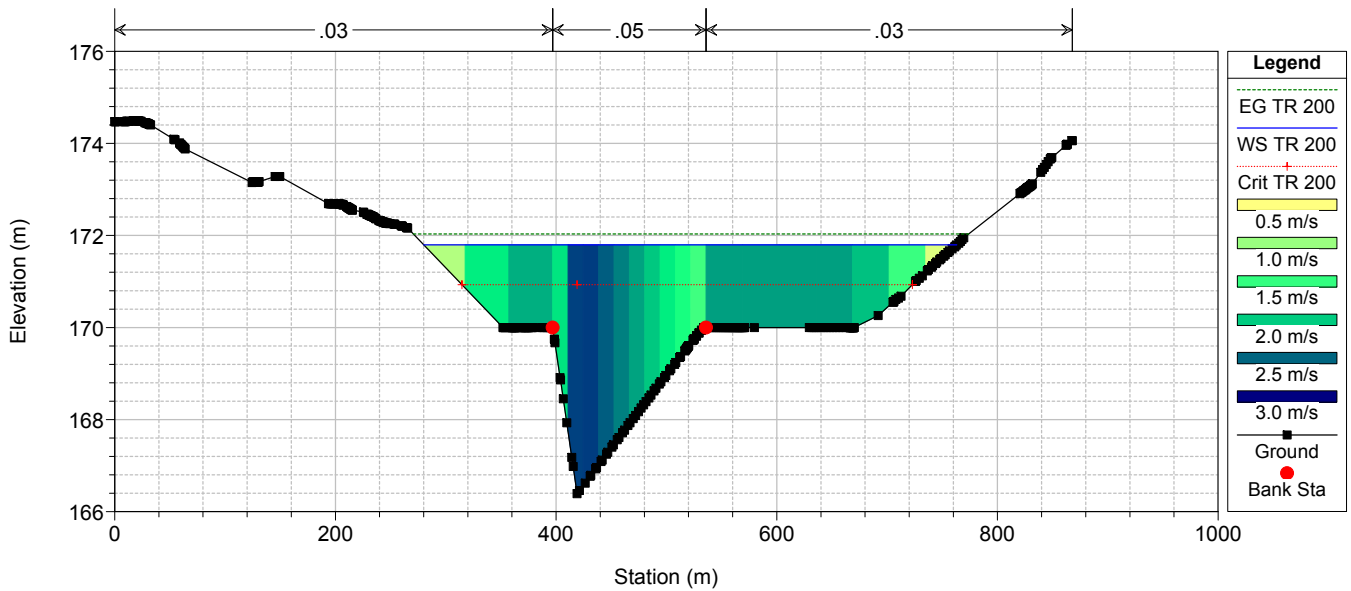
RIU MANNU RIU MANNU



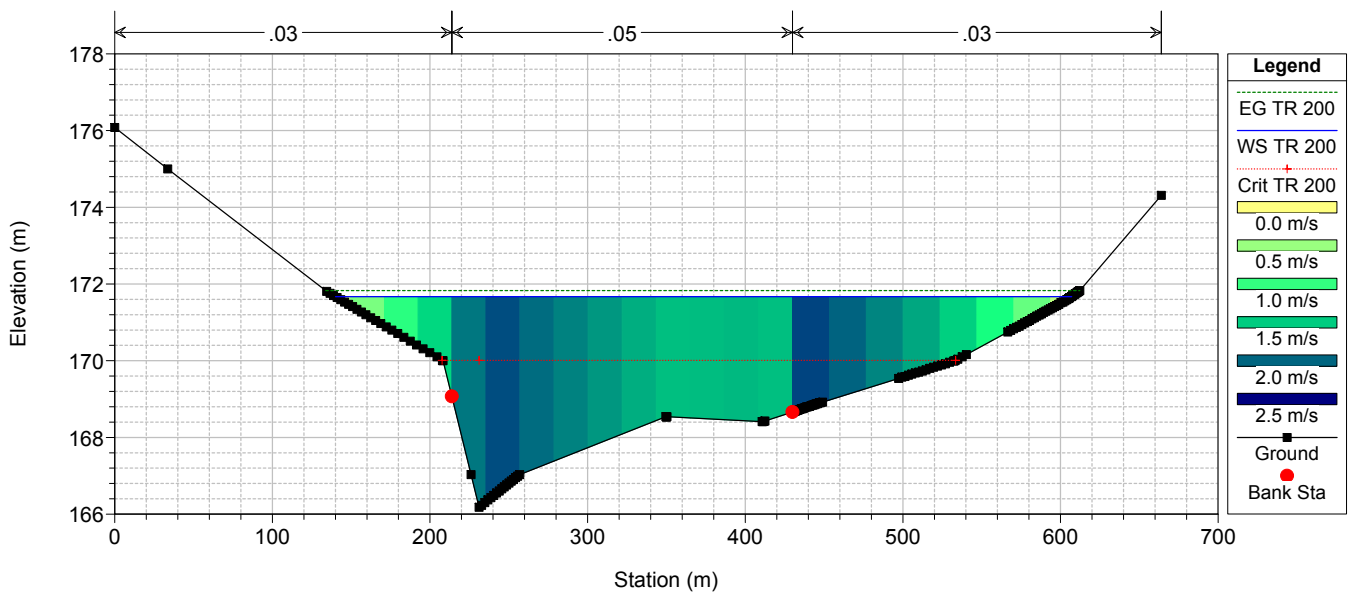
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



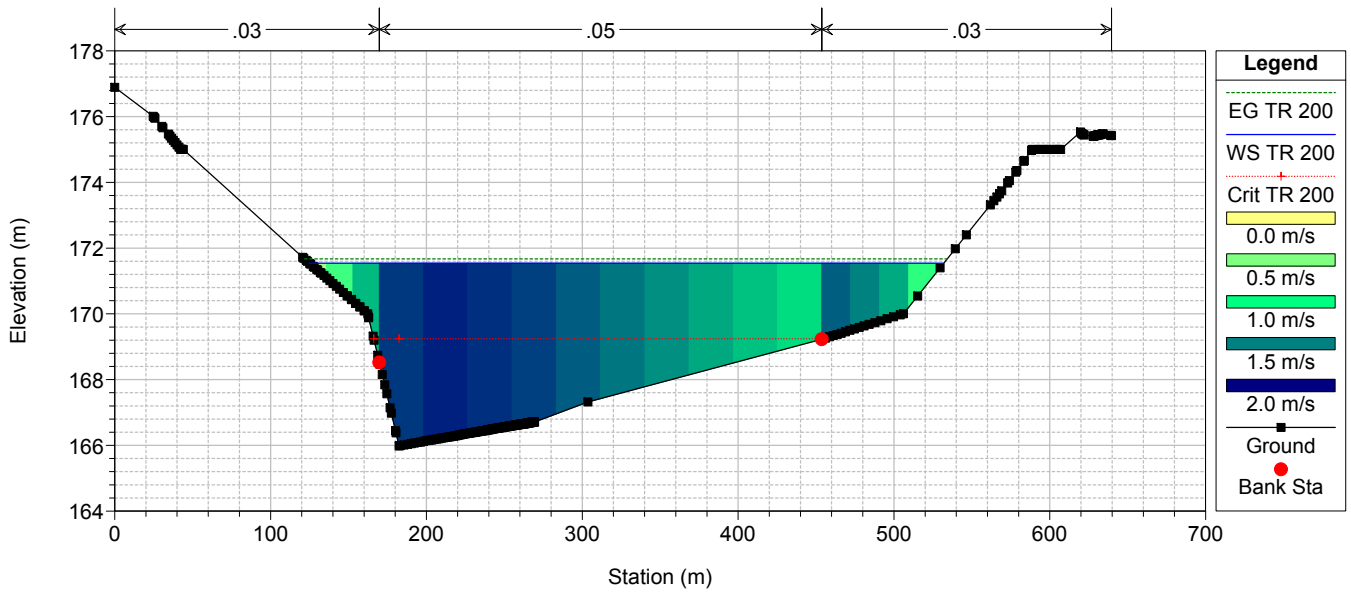
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



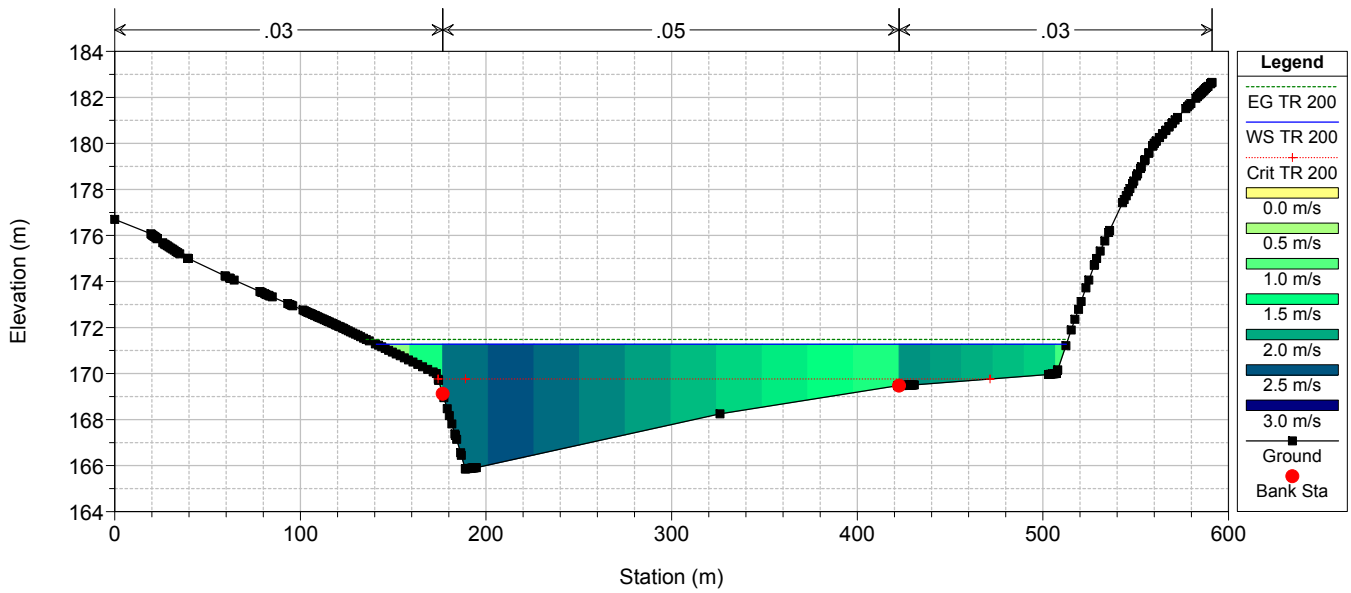
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



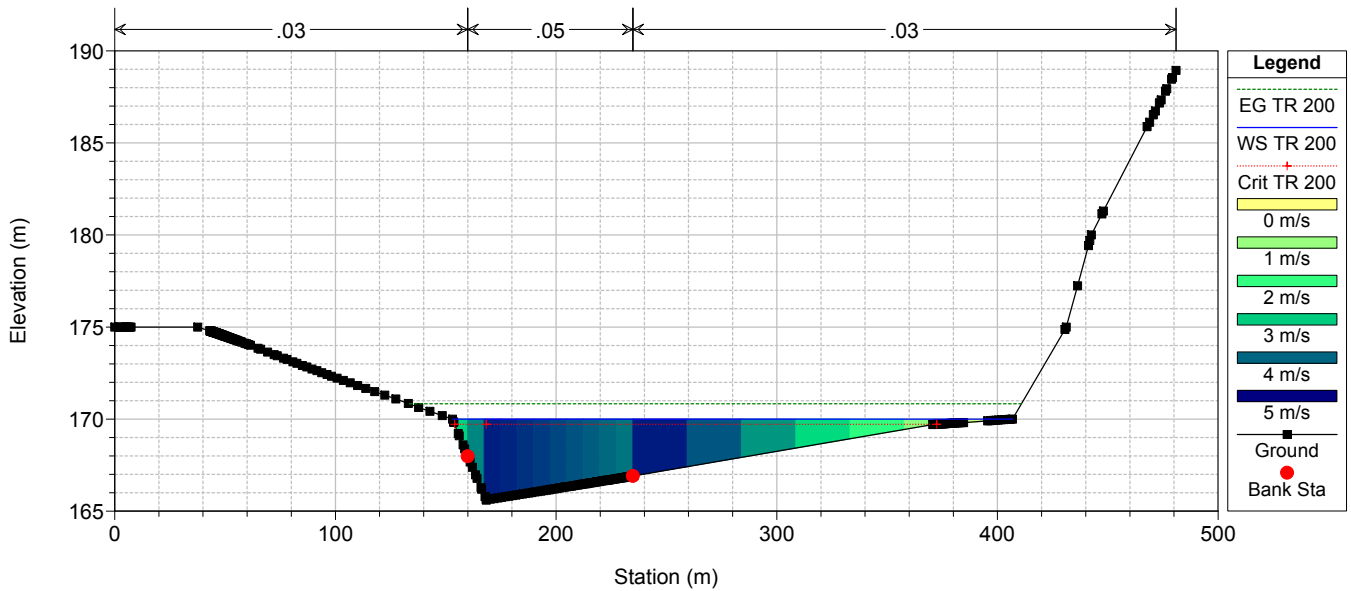
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



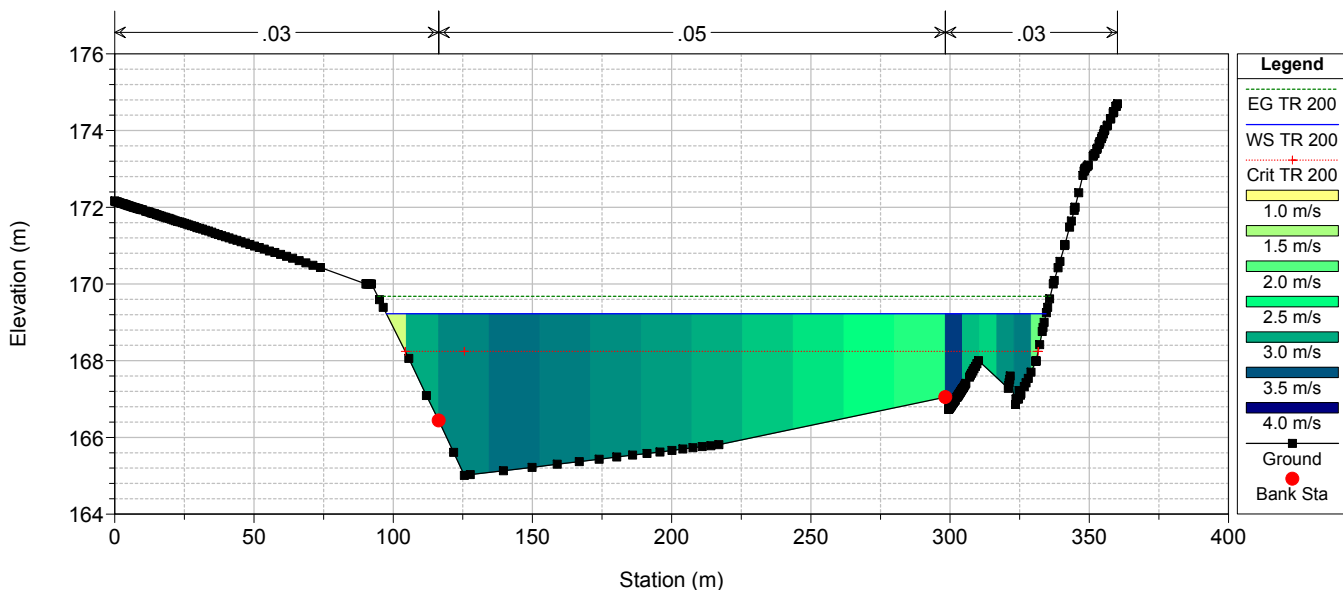
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



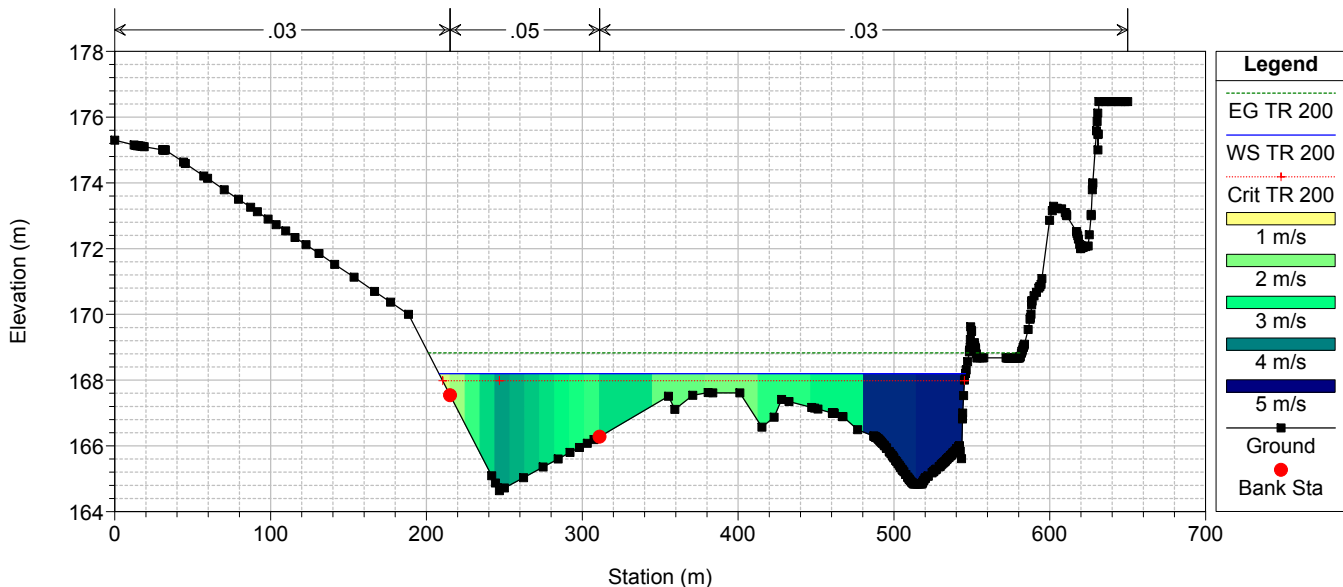
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



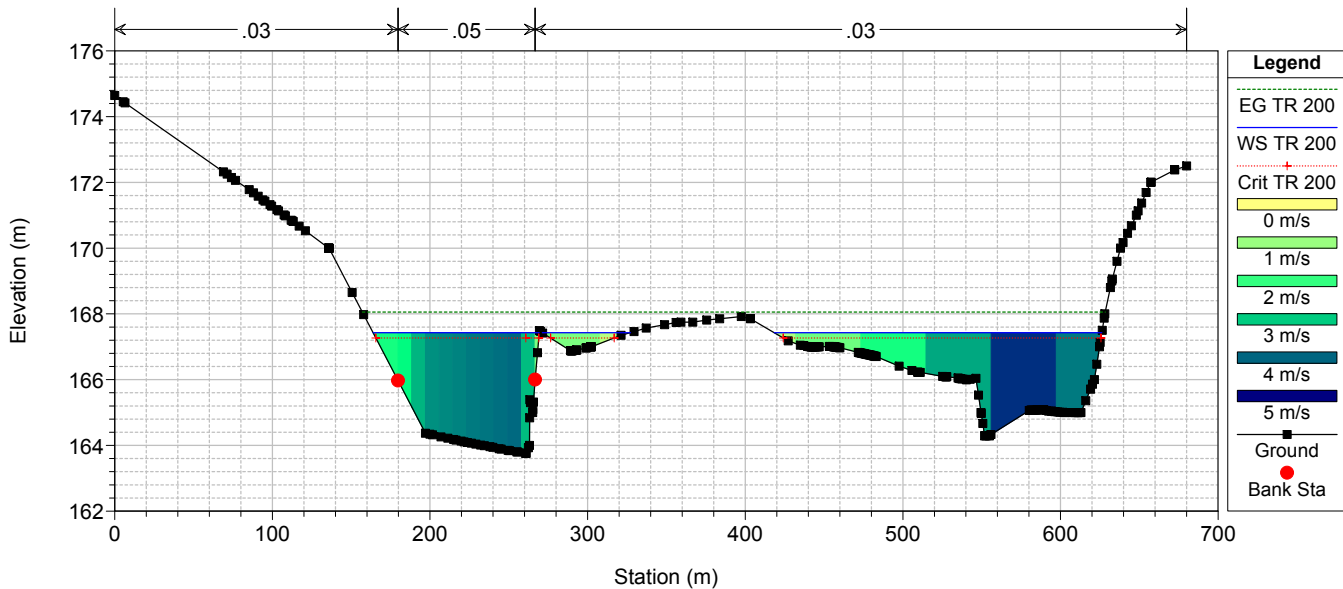
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



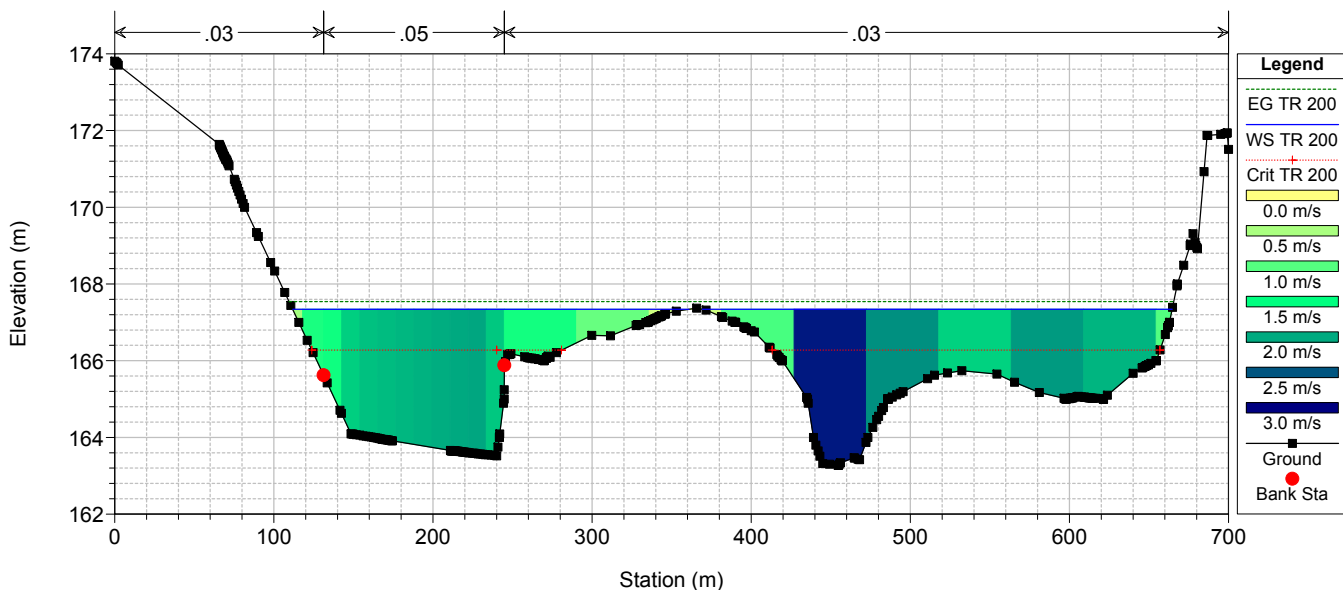
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



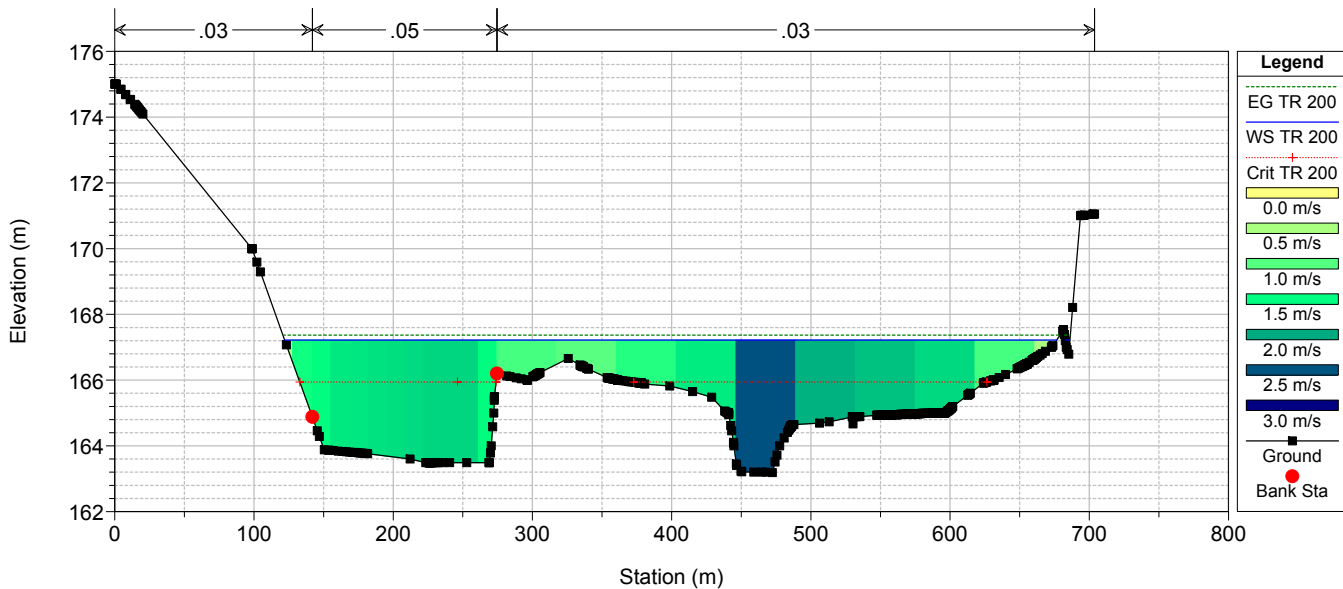
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



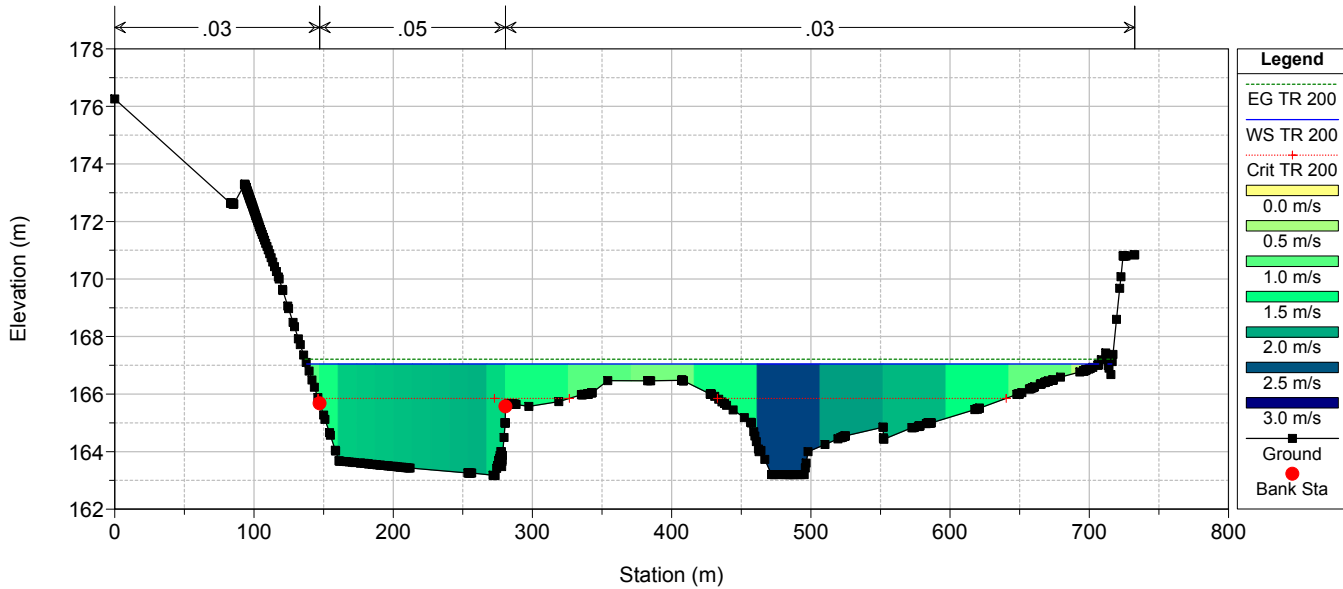
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



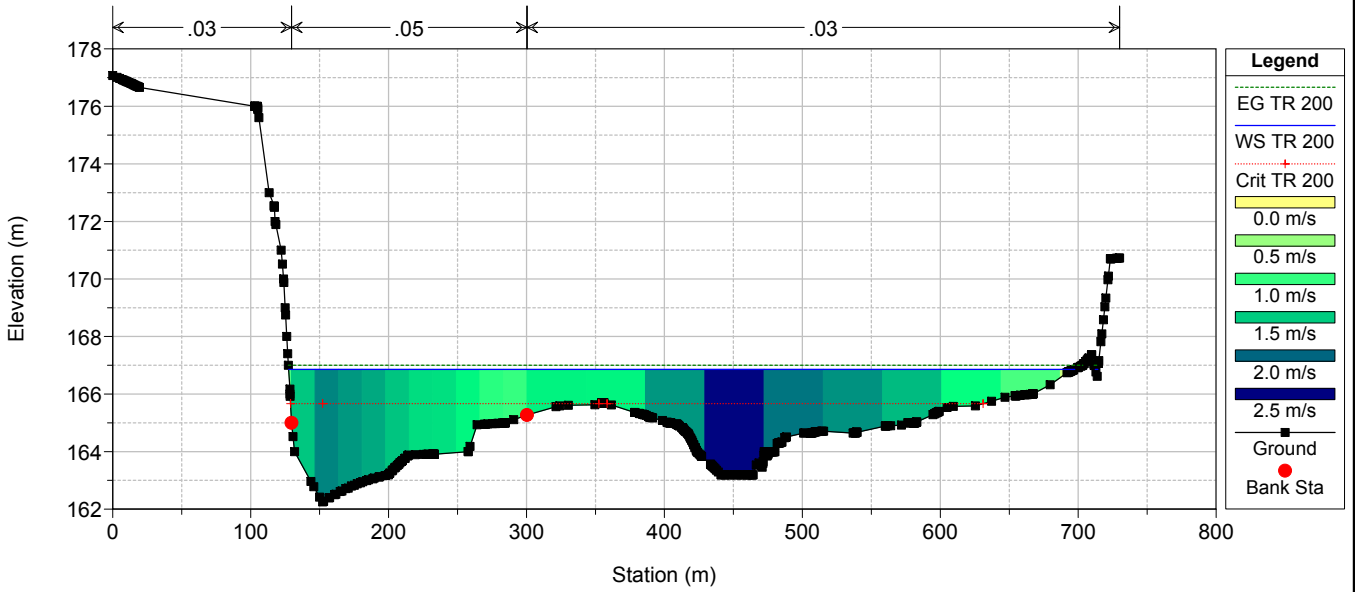
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



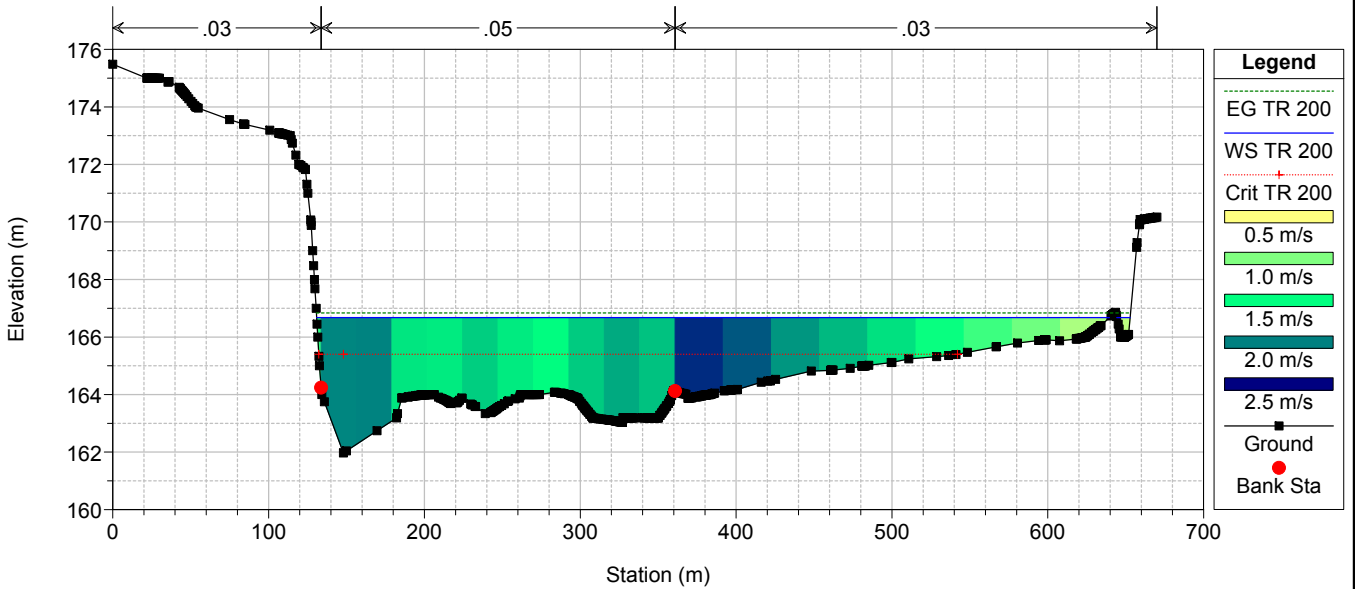
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



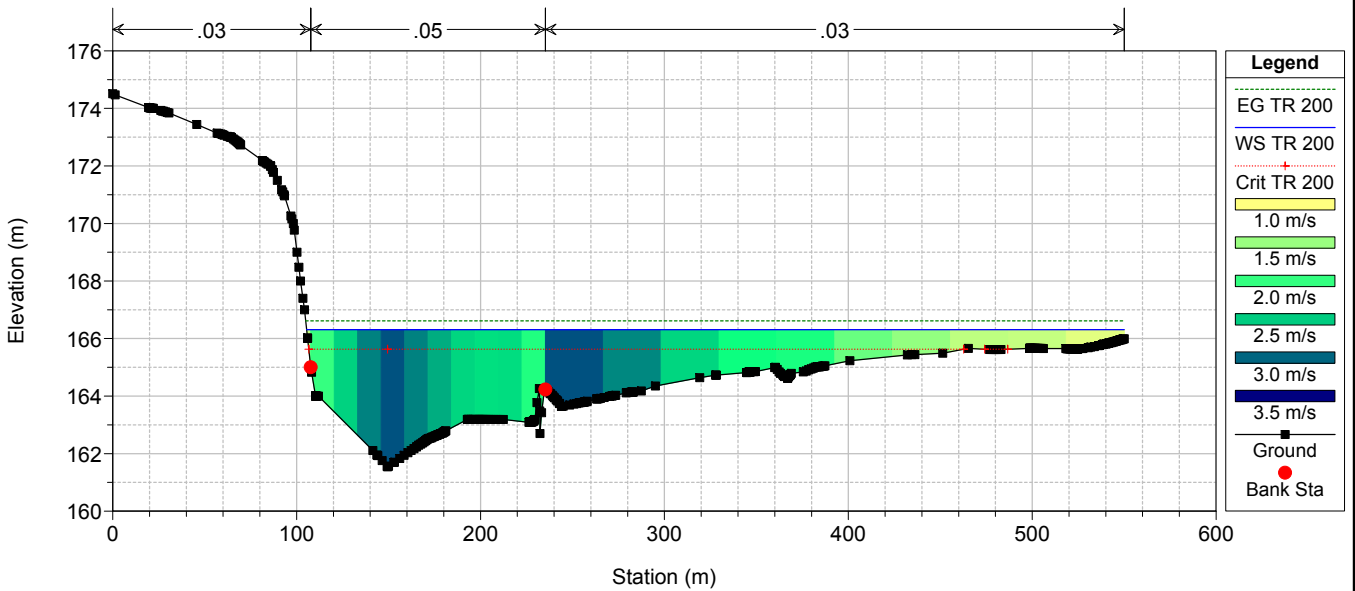
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



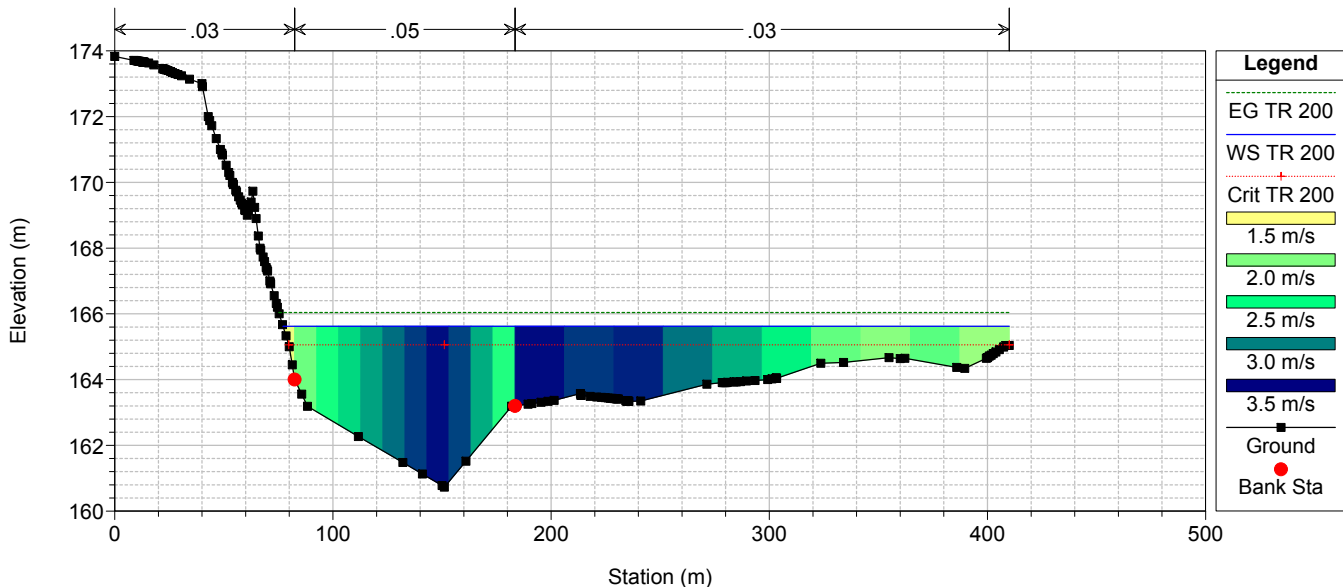
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



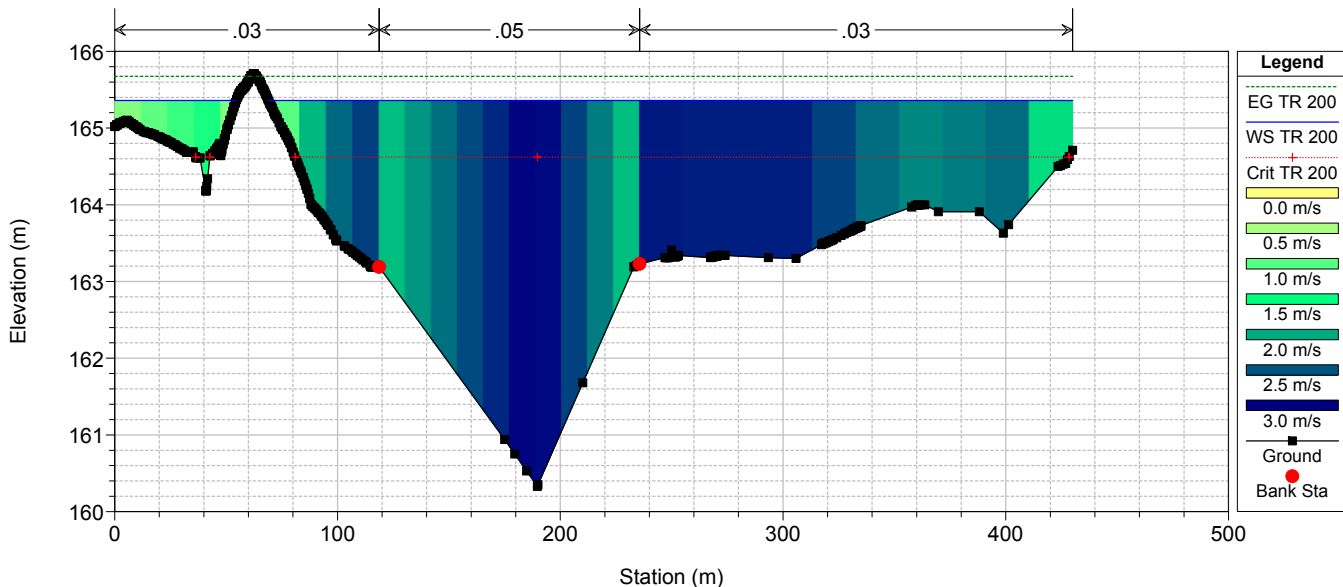
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



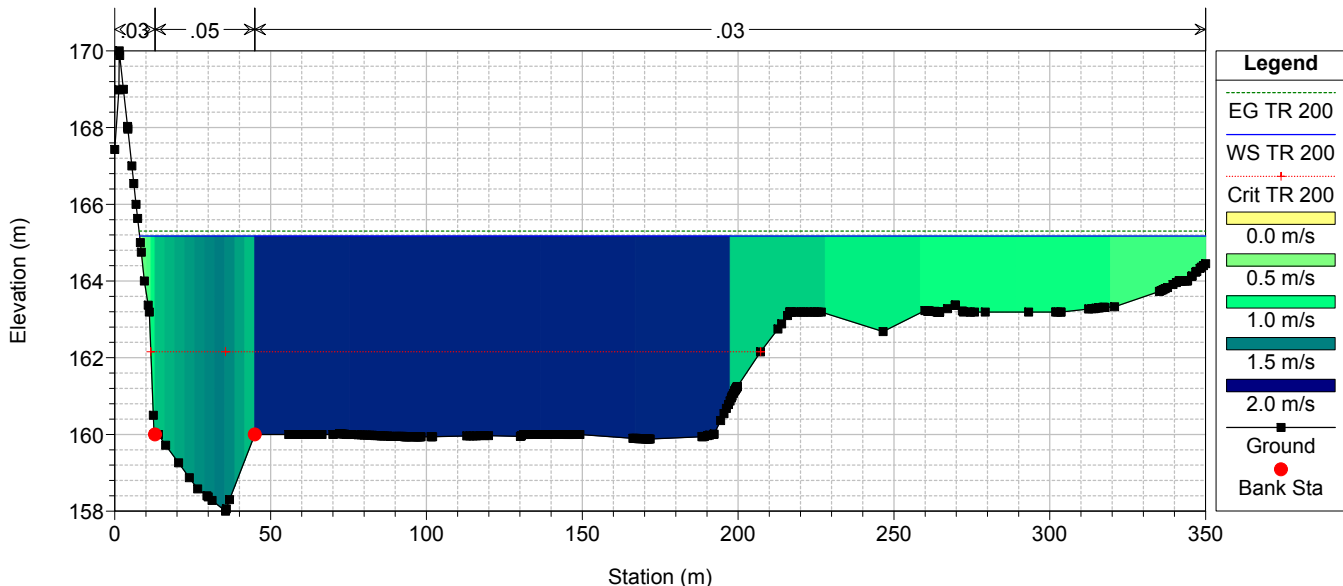
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

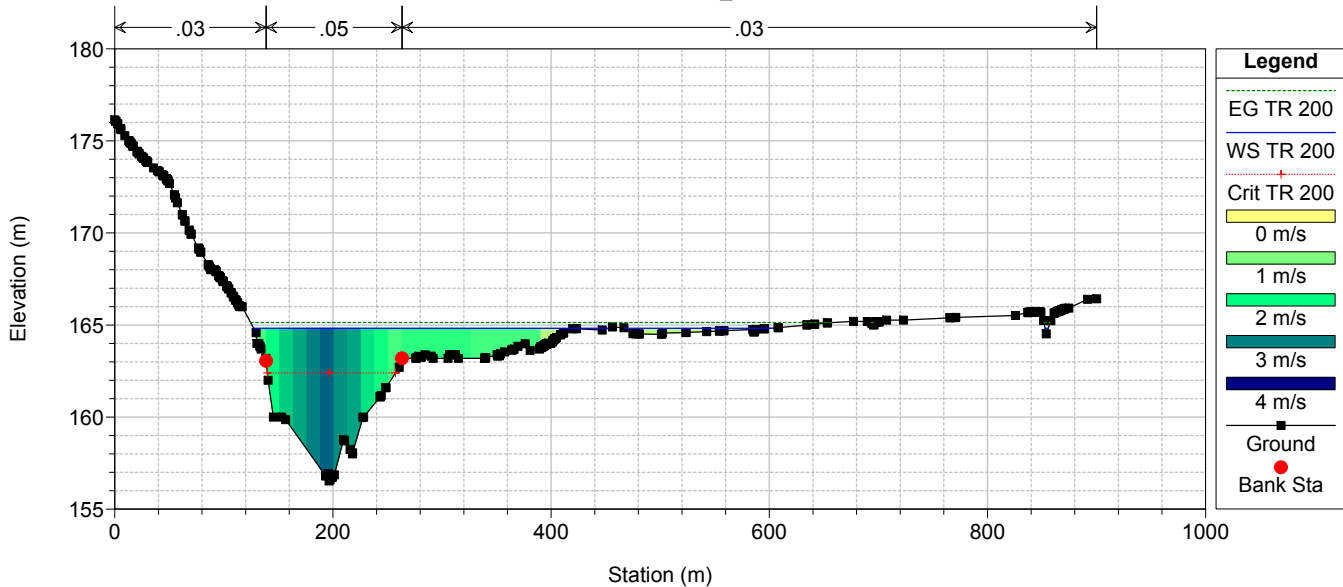


RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



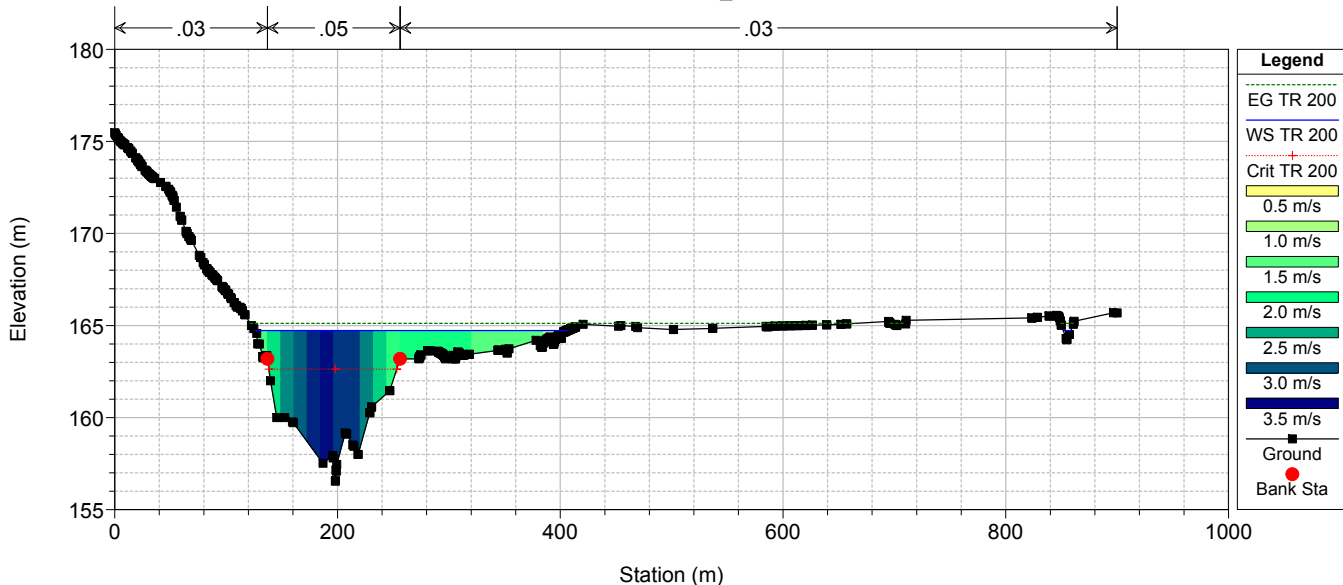
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

Ponte SS597_M.5



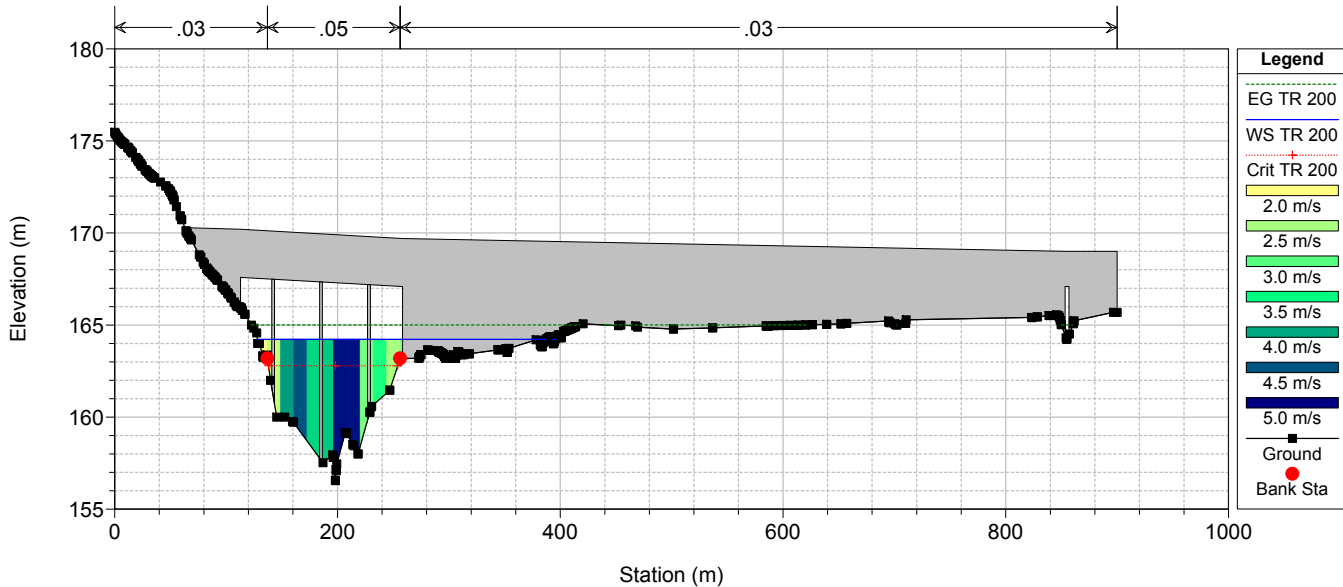
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

Ponte SS597_M.4

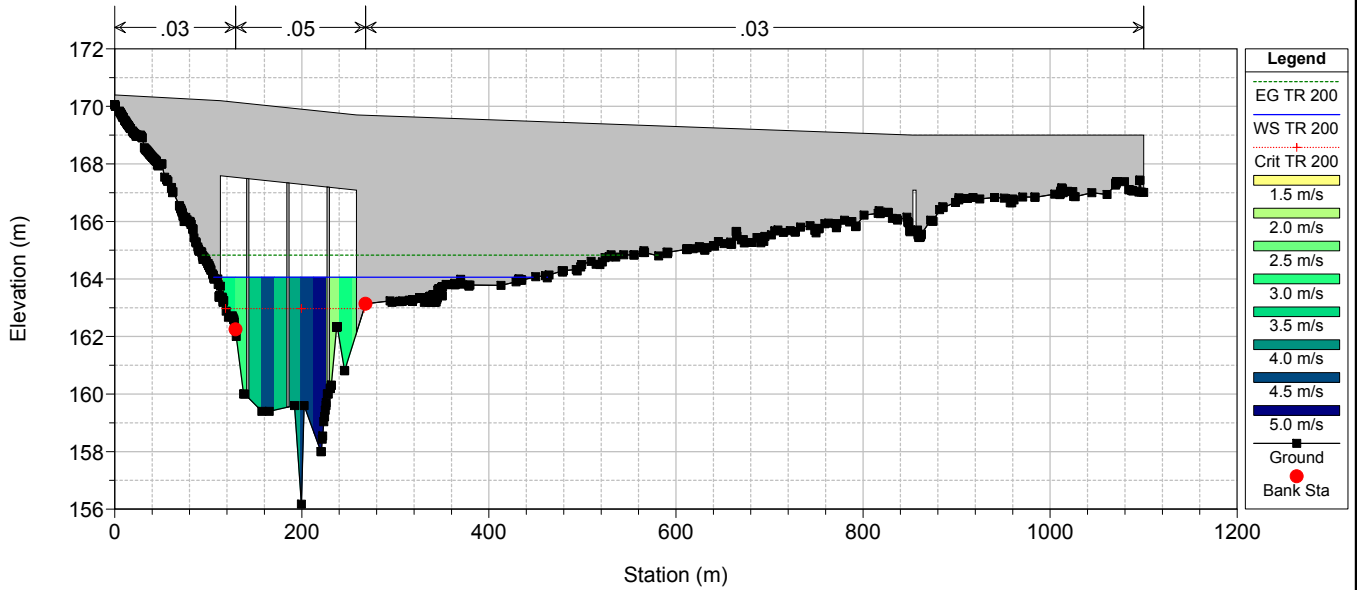


RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

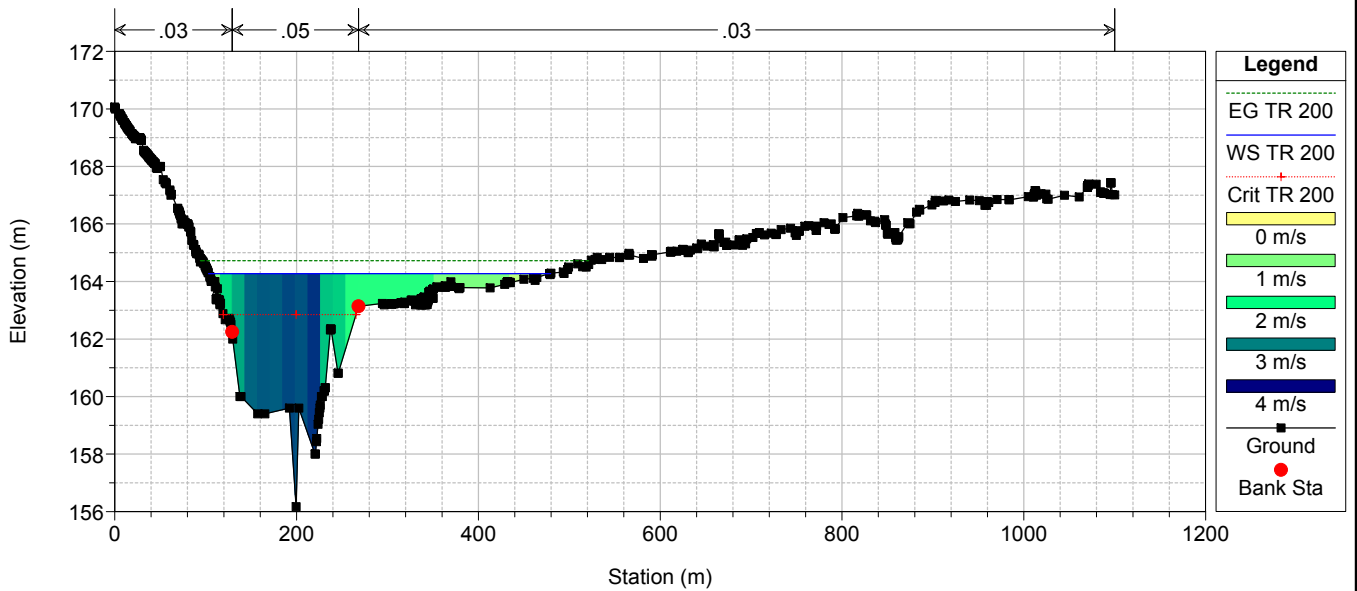
NUOVO PONTE SS597



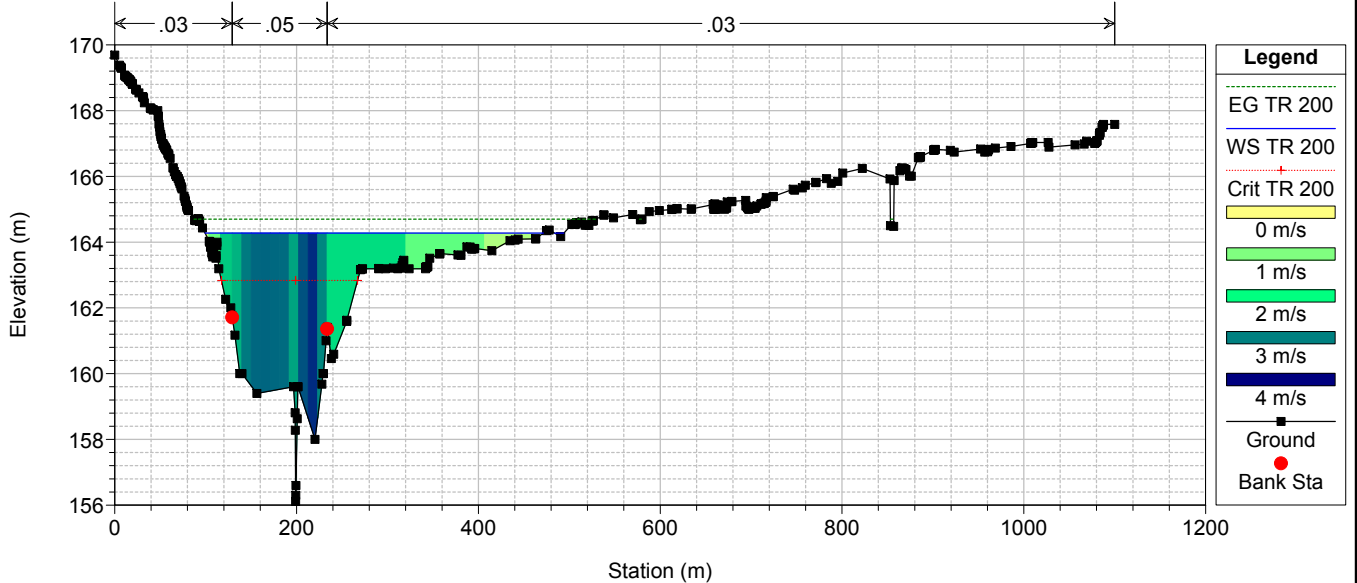
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
NUOVO PONTE SS597



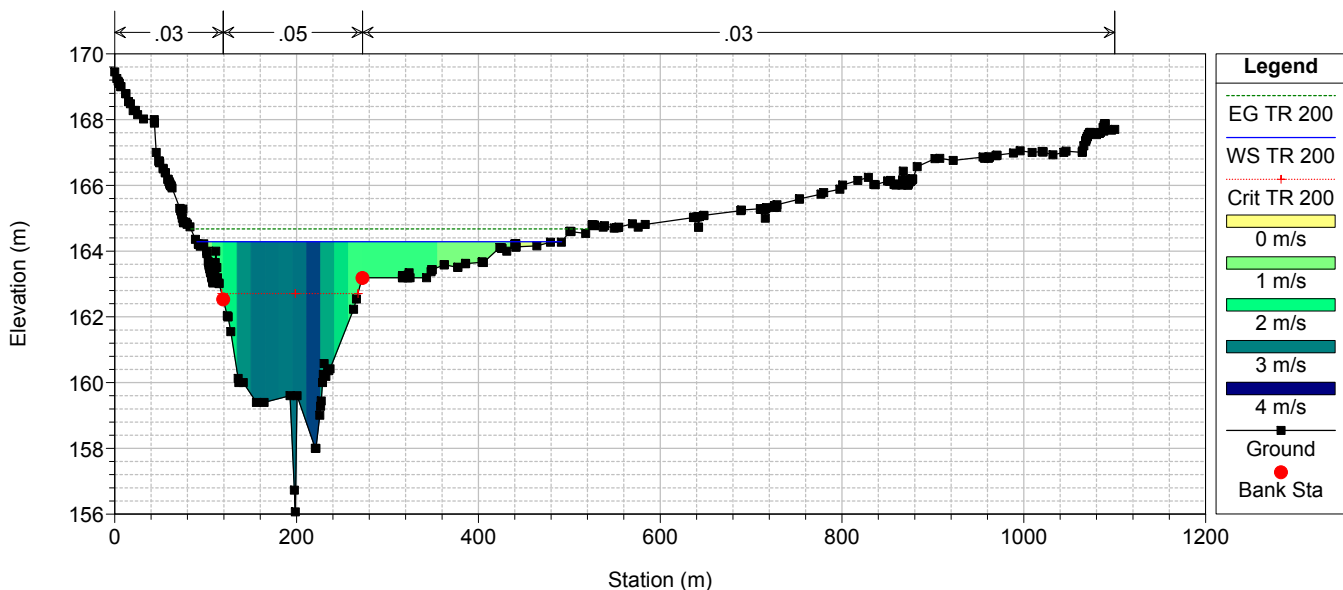
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



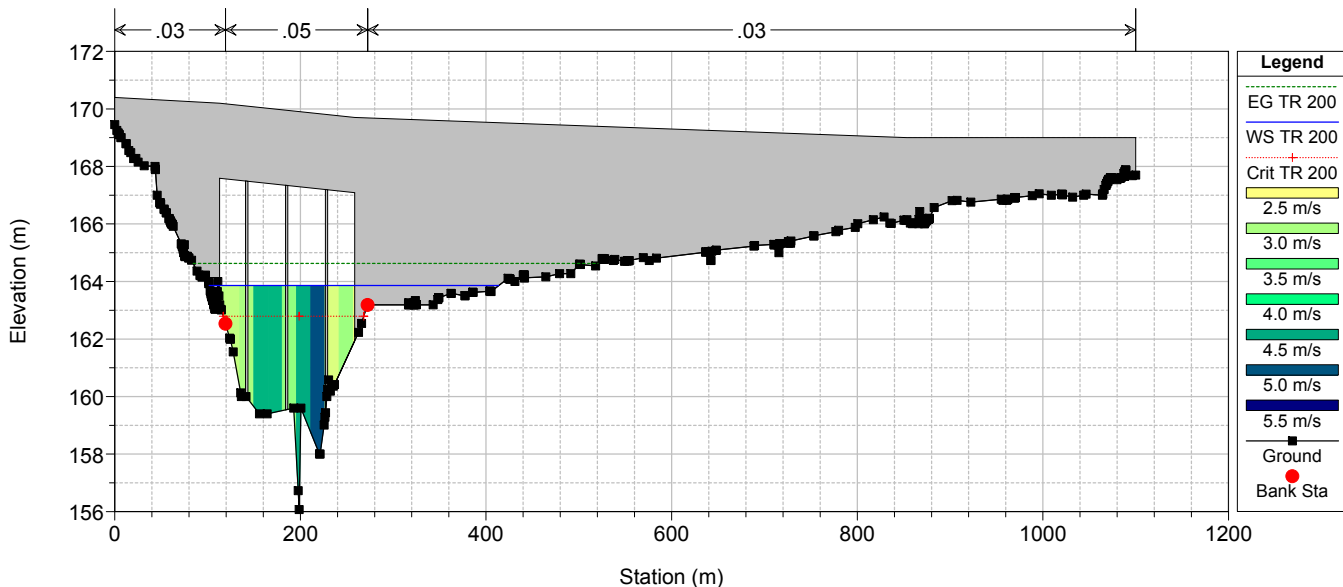
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
Ponte SS597_V.2



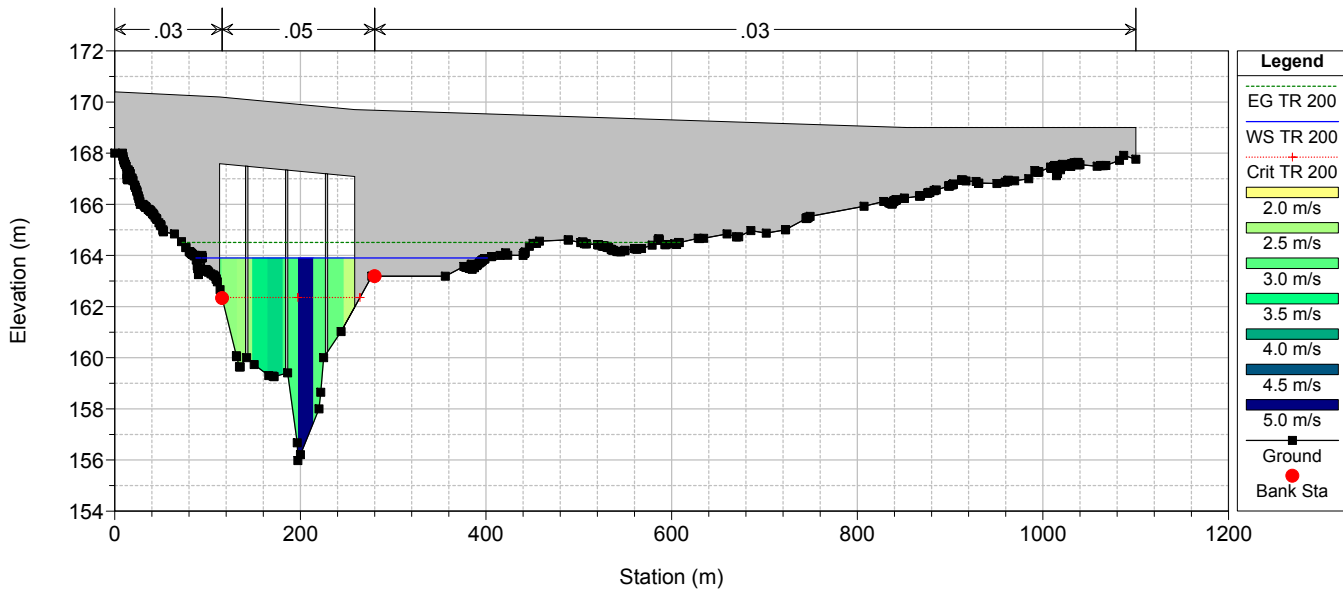
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



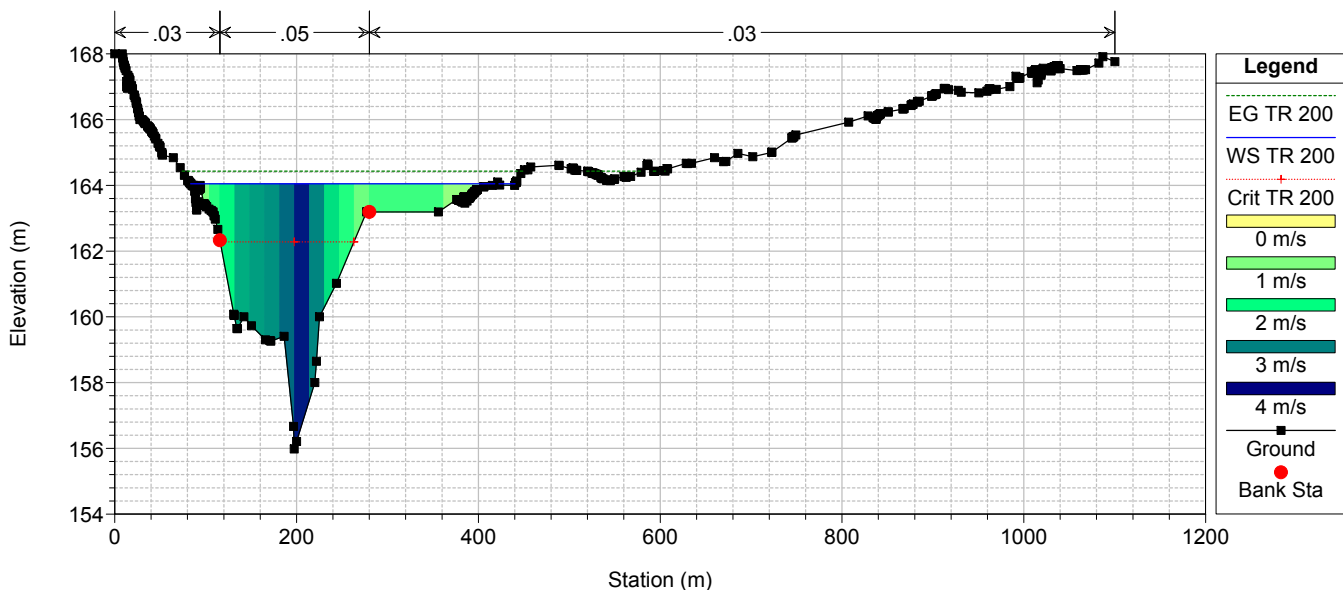
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
PONTE Viab. SV7



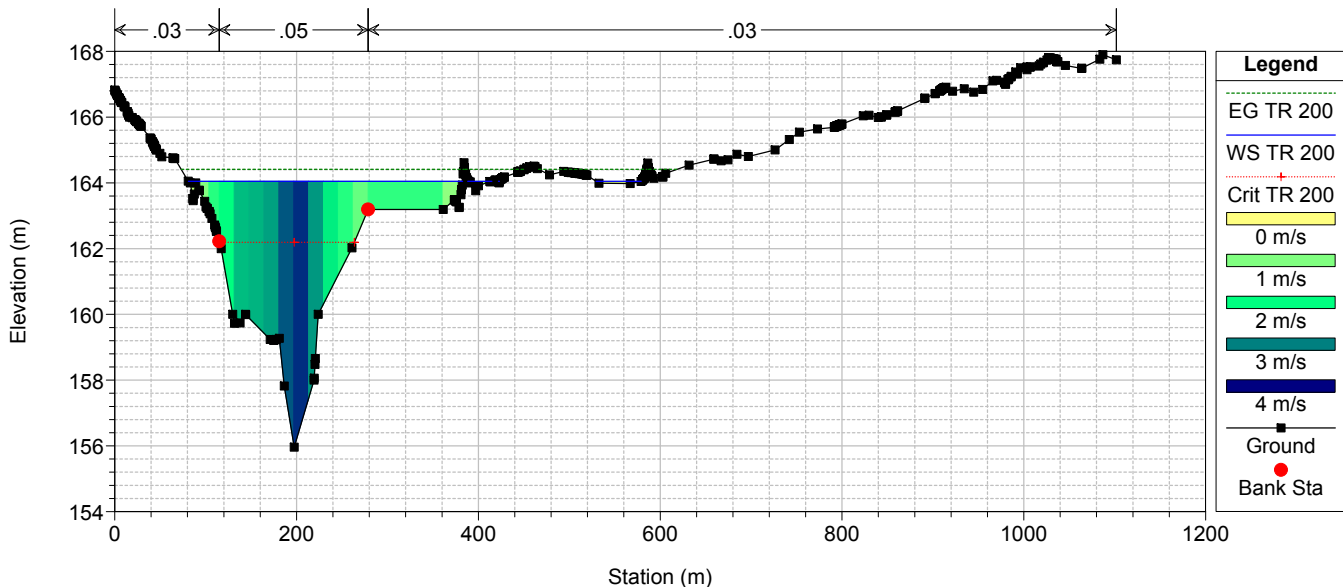
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
PONTE Viab. SV7



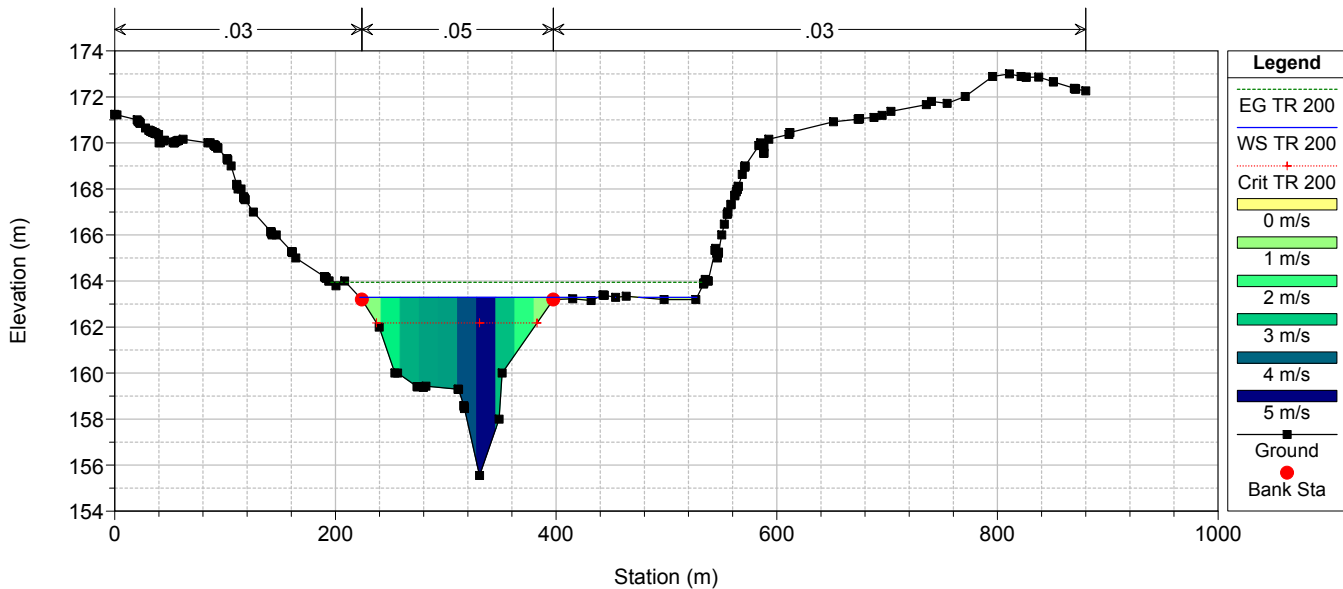
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



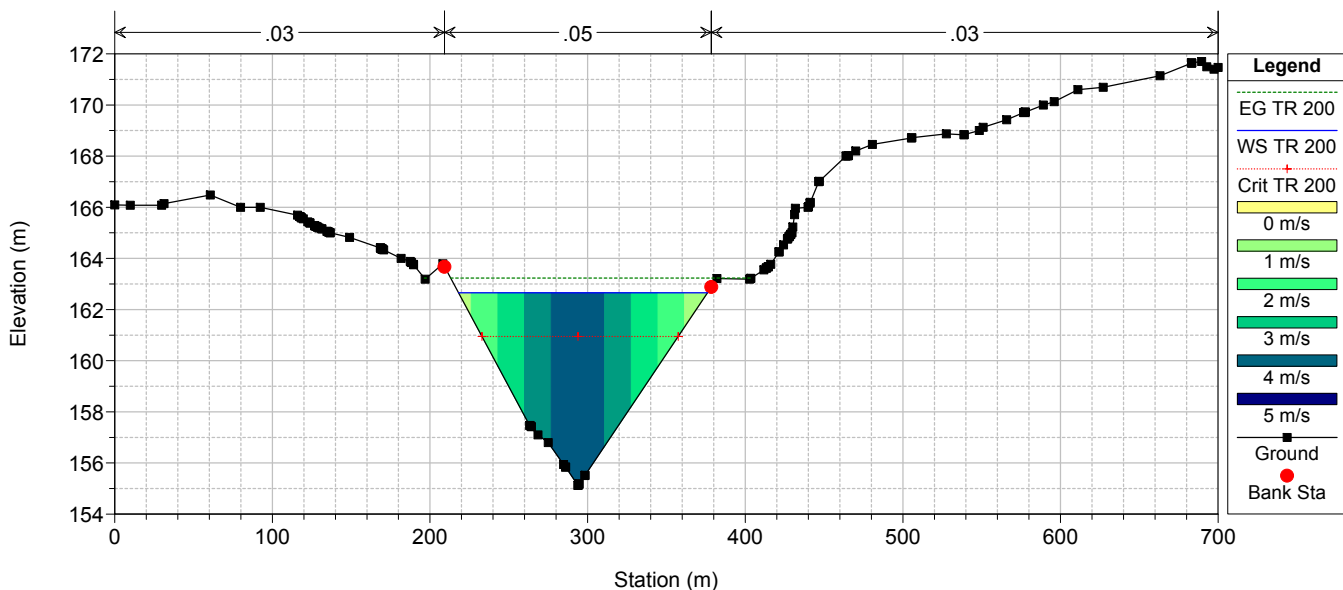
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



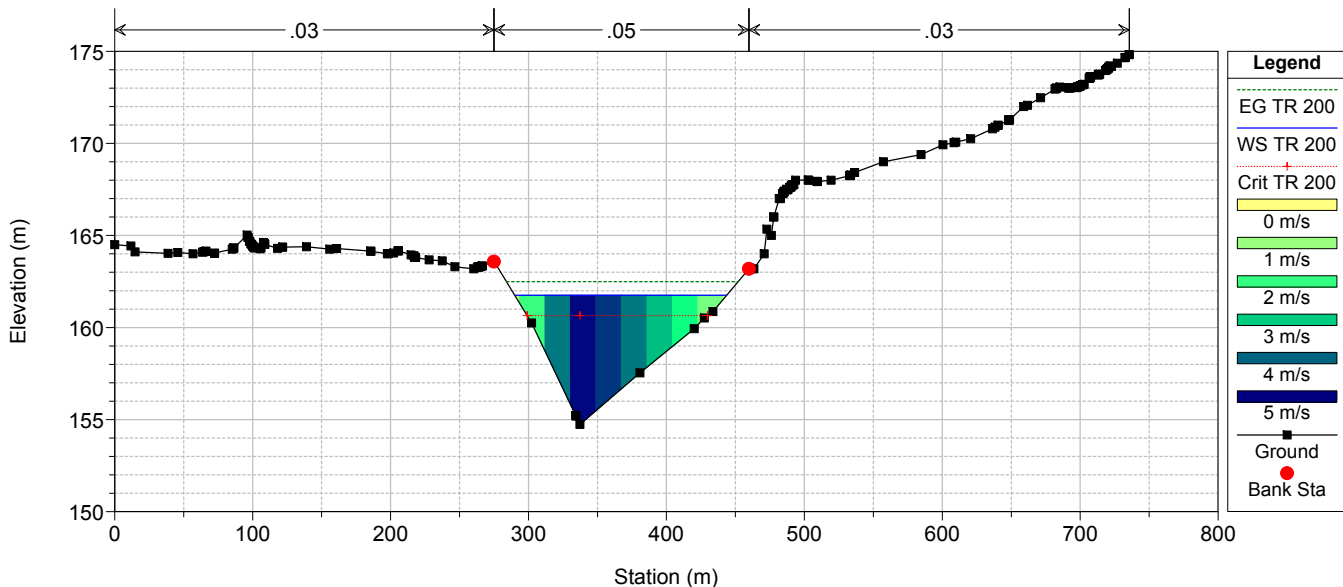
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



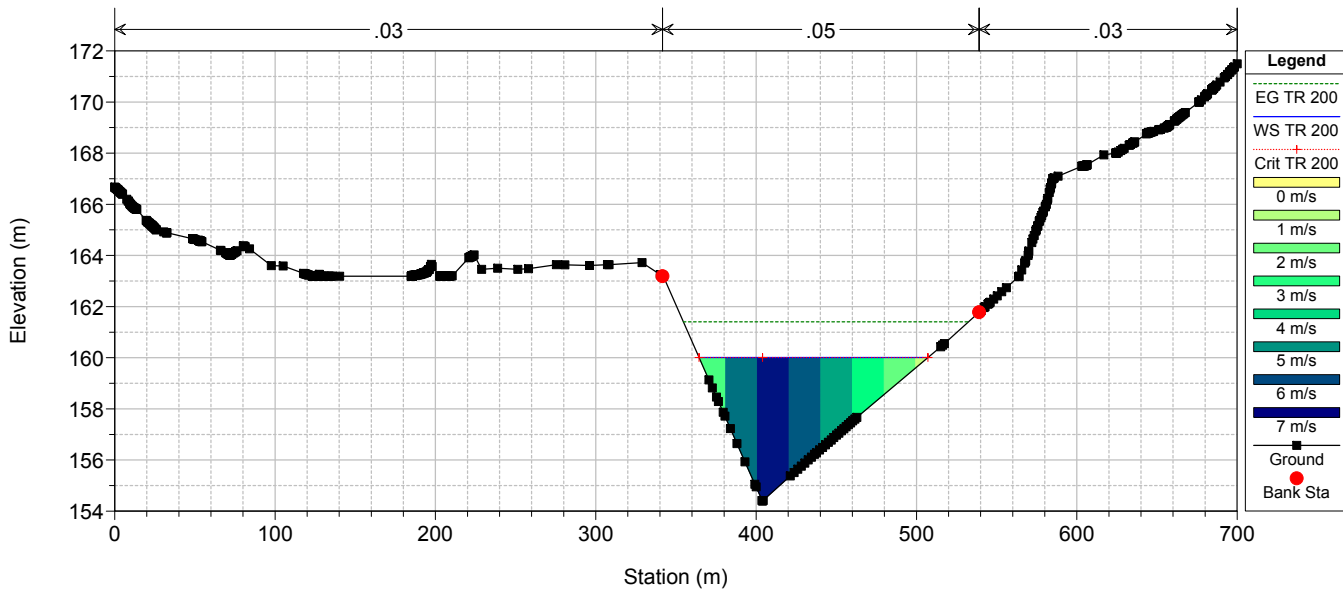
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



ALLEGATO 3.2

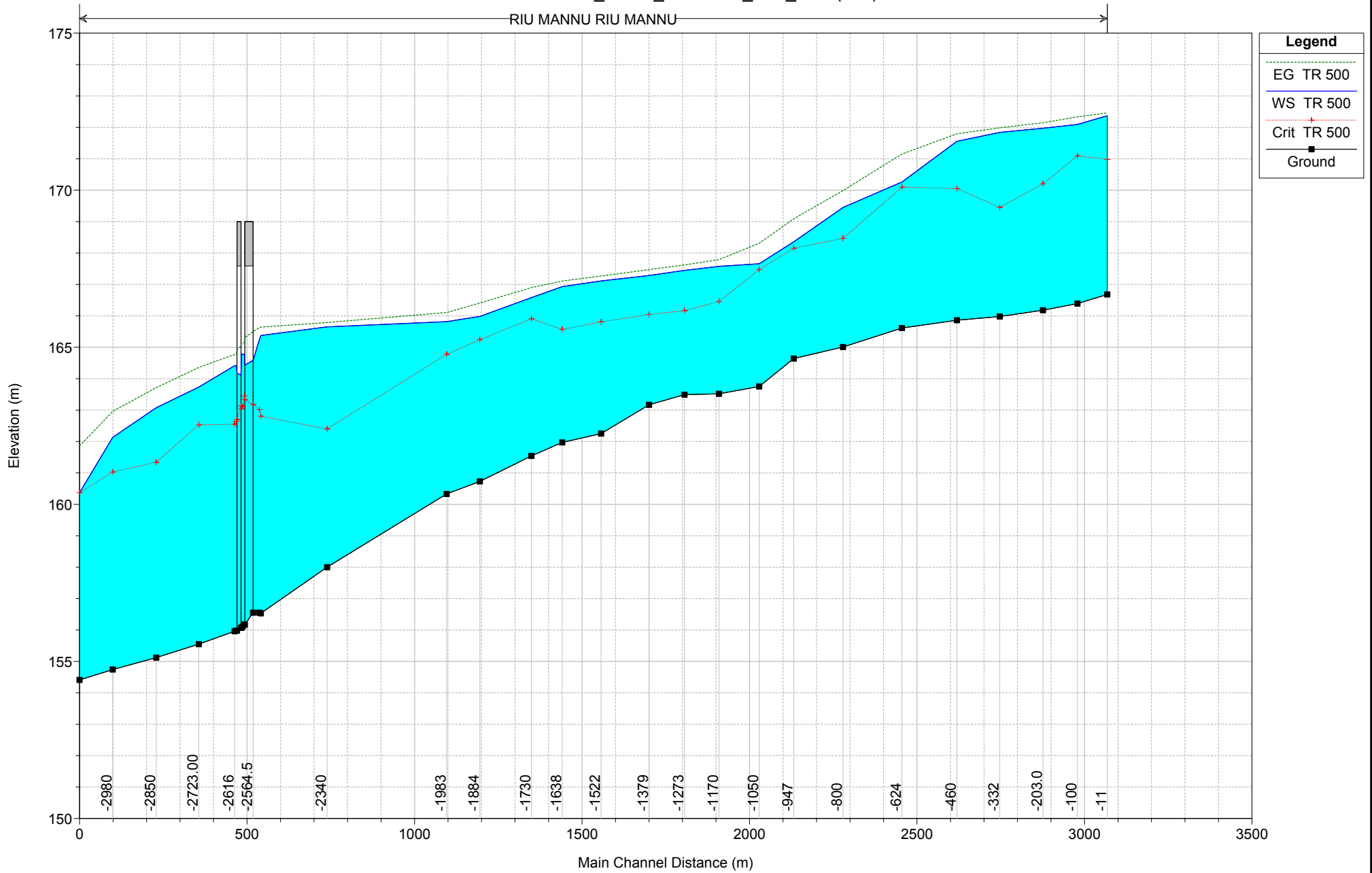
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: POST_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

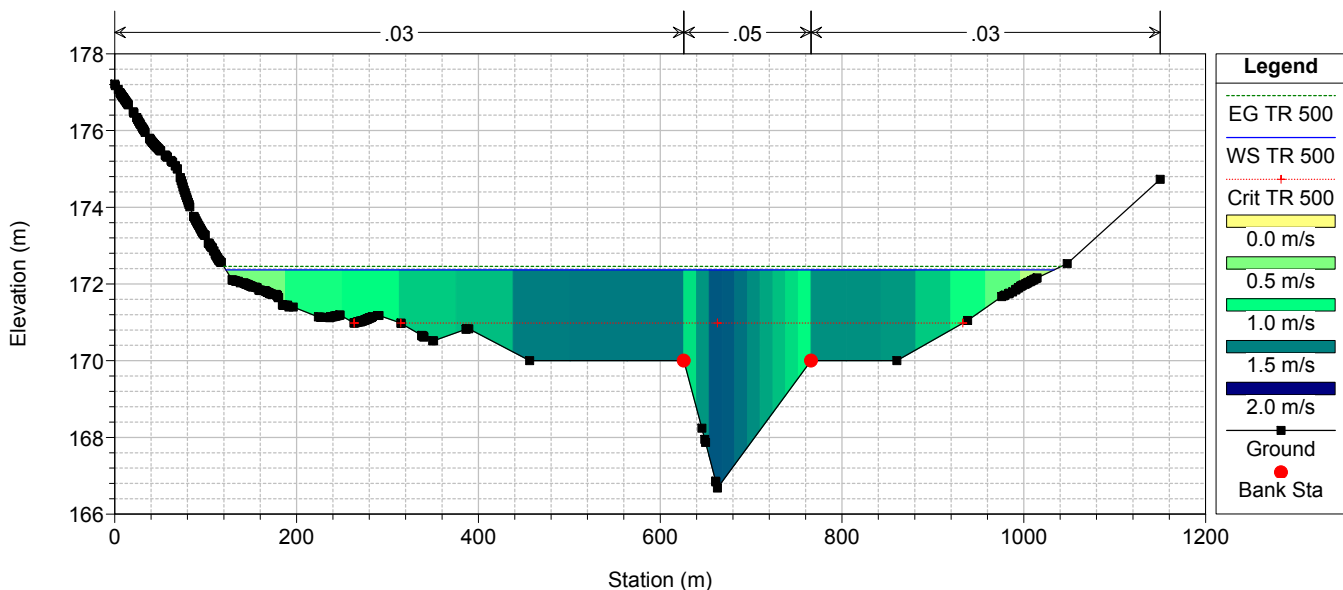
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.88	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.81	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.1	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	168.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.6	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.91	167.66	167.47	0.19	0.64	168.31	3.7	3.6	3.3	221.4	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.30	167.57	166.46	1.11	0.34	167.79	2.0	2.1	3.6	64.5	2.12
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.26	167.45	166.17	1.28	0.29	167.62	1.7	1.8	3.7	47.0	2.36
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.12	167.29	166.05	1.24	0.31	167.47	1.9	1.9	3.7	56.3	2.21
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.86	167.11	165.81	1.30	0.27	167.27	1.6	1.7	3.4	40.4	2.40
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.96	166.93	165.57	1.36	0.31	167.11	1.8	1.9	3.5	53.0	2.51
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.04	166.58	165.91	0.67	0.43	166.90	2.6	2.5	3.7	105.1	2.18
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.25	165.98	165.24	0.74	0.46	166.41	2.8	2.9	3.9	124.1	2.52
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.49	165.82	164.78	1.04	0.37	166.11	2.3	2.3	4.0	84.5	2.41
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.65	165.65	162.40	3.25	0.17	165.79	1.4	1.6	6.6	25.9	4.31
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	8.85	165.38	162.80	2.58	0.33	165.64	2.5	2.0	5.9	86.5	1.87
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	8.69	165.24	163.01	2.23	0.39	165.62	2.9	2.4	5.6	120.0	1.70
RIU MANNU	-2564.5		Bridge												
RIU MANNU	-2587	TR 500	2431.0	156.17	8.60	164.77	163.45	1.32	0.43	165.15	2.9	2.6	4.6	125.1	2.18
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	8.67	164.78	163.11	1.67	0.41	165.13	2.9	2.5	5.1	123.0	2.06
RIU MANNU	-2596	TR 500	2431.0	156.07	8.71	164.78	163.05	1.73	0.40	165.11	2.7	2.4	4.6	108.8	2.08
RIU MANNU	-2603.5		Bridge												
RIU MANNU	-2611	TR 500	2431.0	155.98	8.42	164.40	162.65	1.75	0.44	164.79	2.9	2.6	4.4	124.3	2.16
RIU MANNU	-2616	TR 500	2431.0	155.96	8.45	164.41	162.55	1.86	0.41	164.77	2.8	2.5	4.6	114.8	1.84
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	8.18	163.73	162.53	1.20	0.59	164.36	3.6	3.4	3.7	200.2	2.27
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	7.96	163.08	161.34	1.74	0.55	163.72	3.5	3.5	4.2	190.9	4.13
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	7.39	162.13	161.03	1.10	0.66	162.96	4.0	4.0	3.7	256.3	3.75
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	5.96	160.37	160.37	0.00	1.00	161.86	5.4	5.4	2.9	499.8	2.96

RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

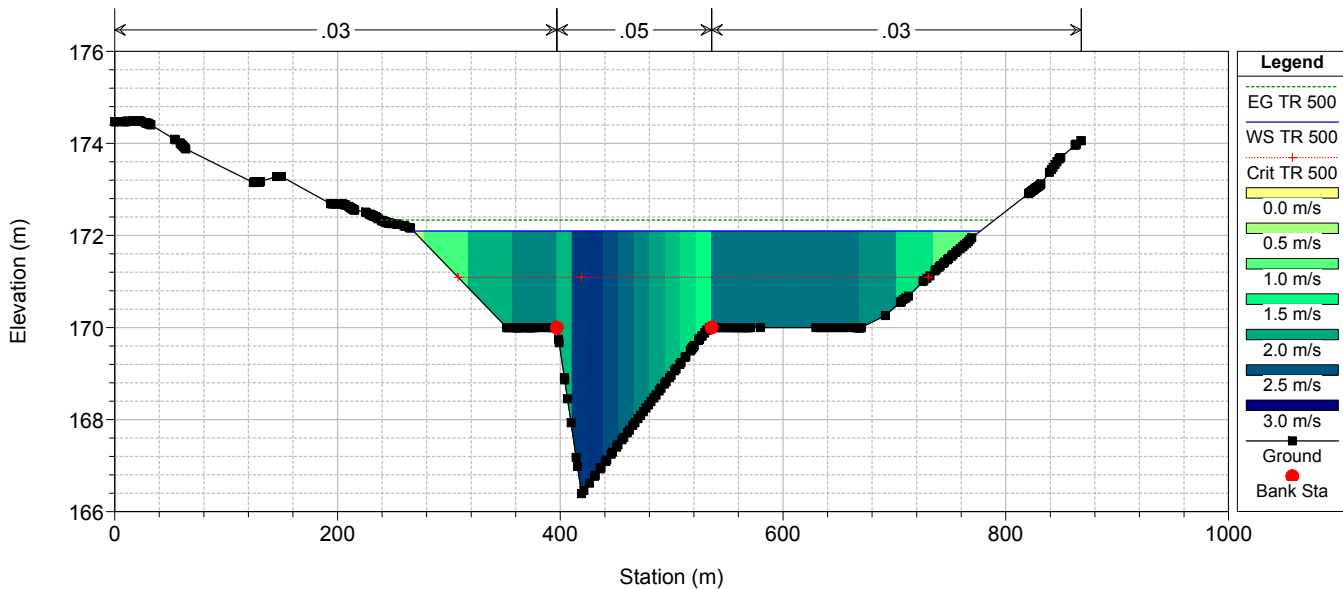
RIU MANNU RIU MANNU



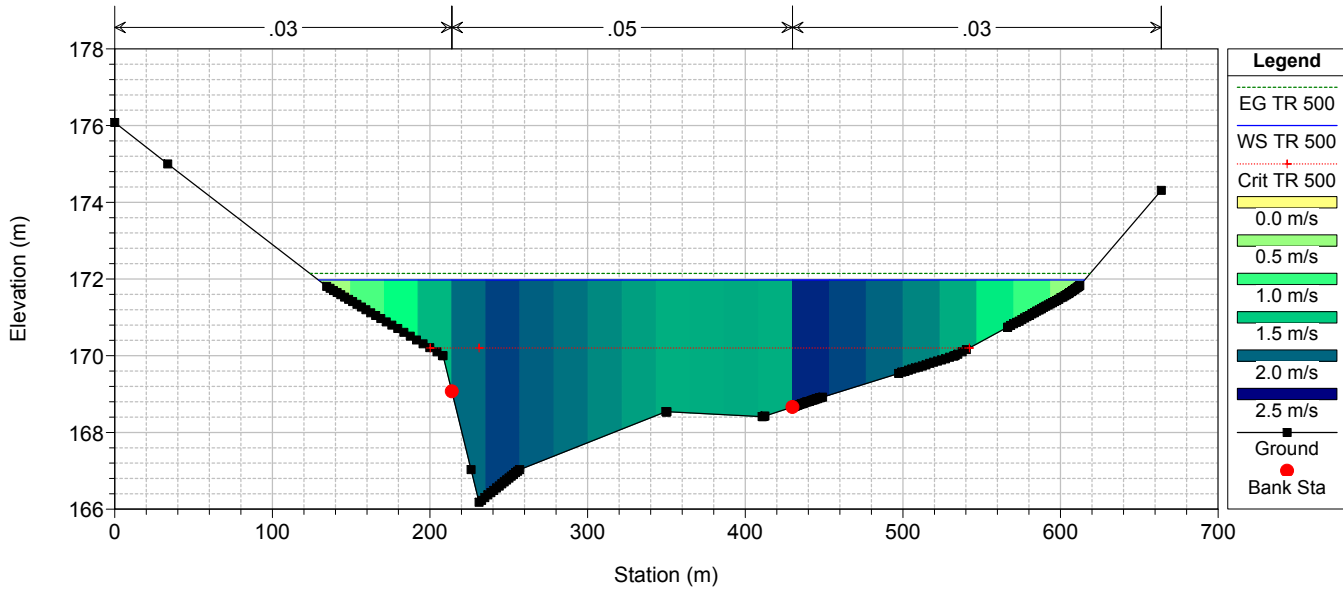
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



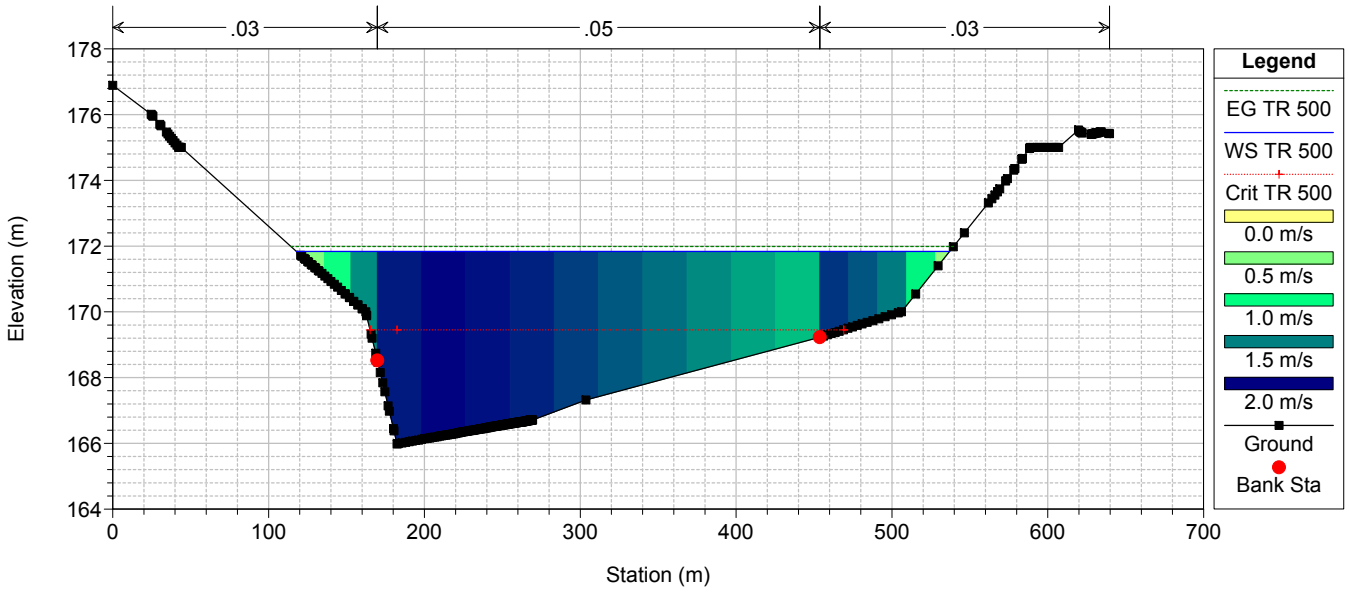
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



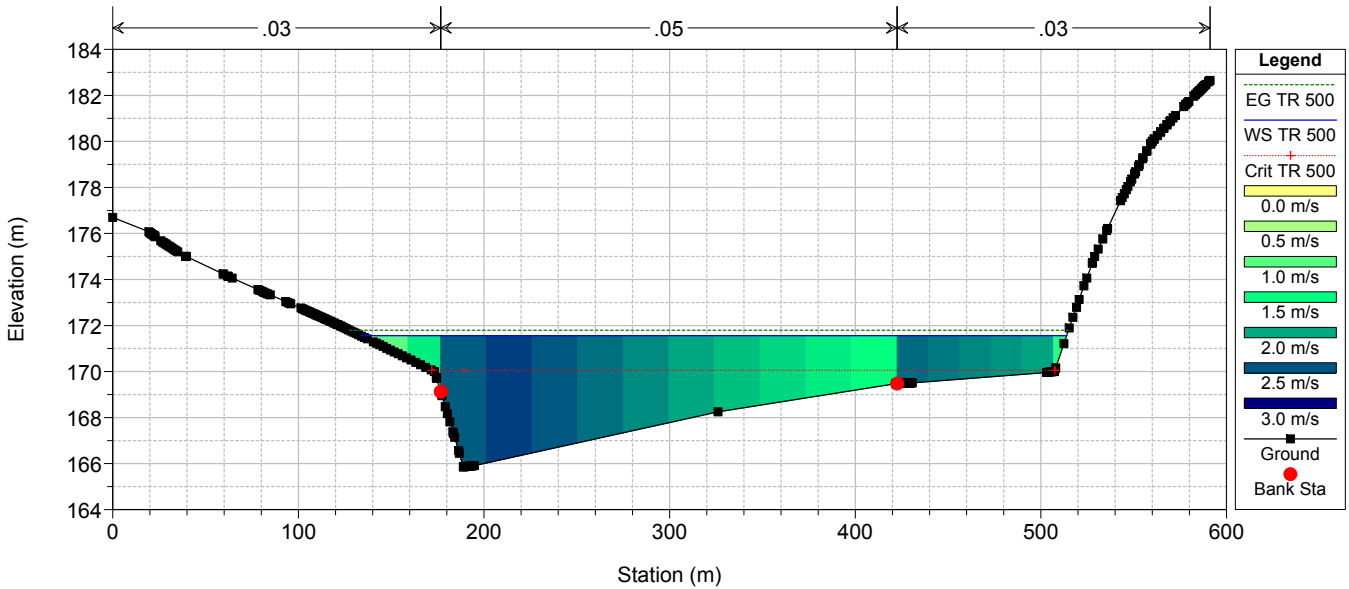
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



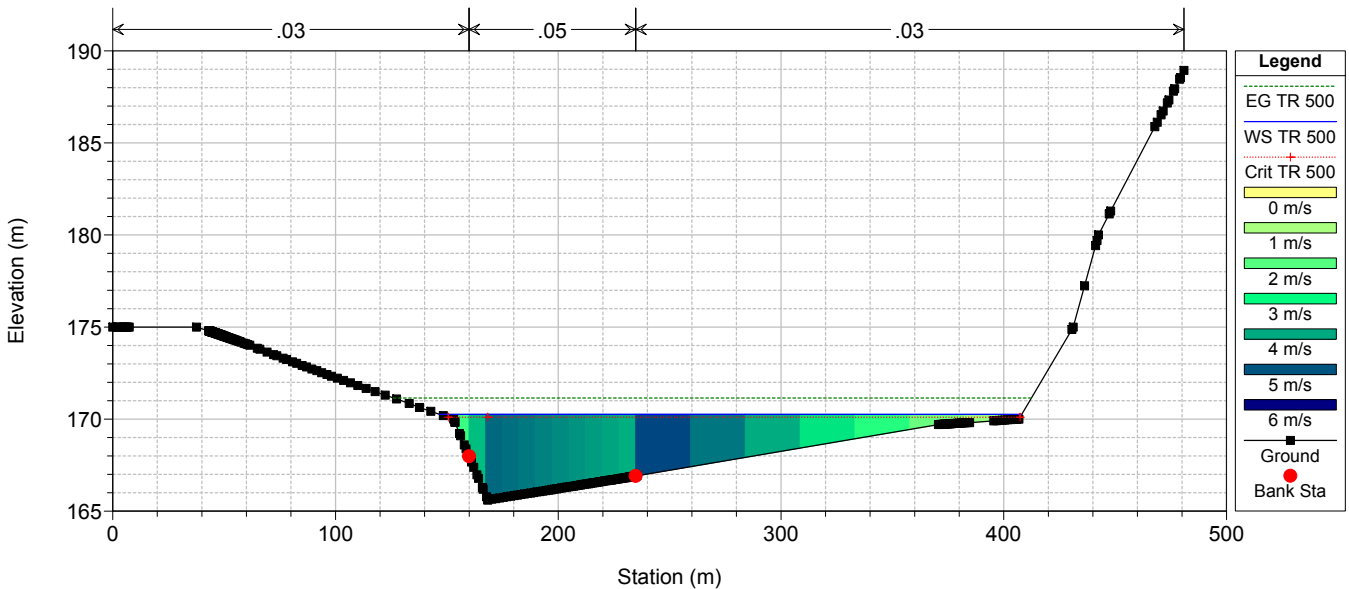
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



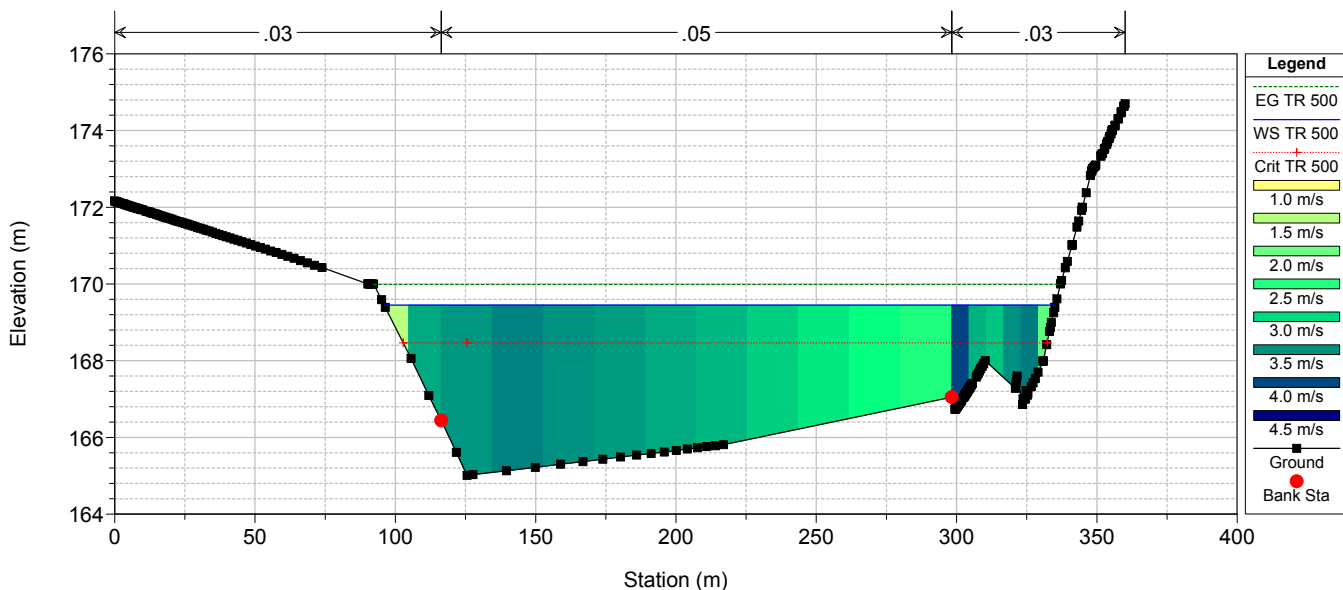
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



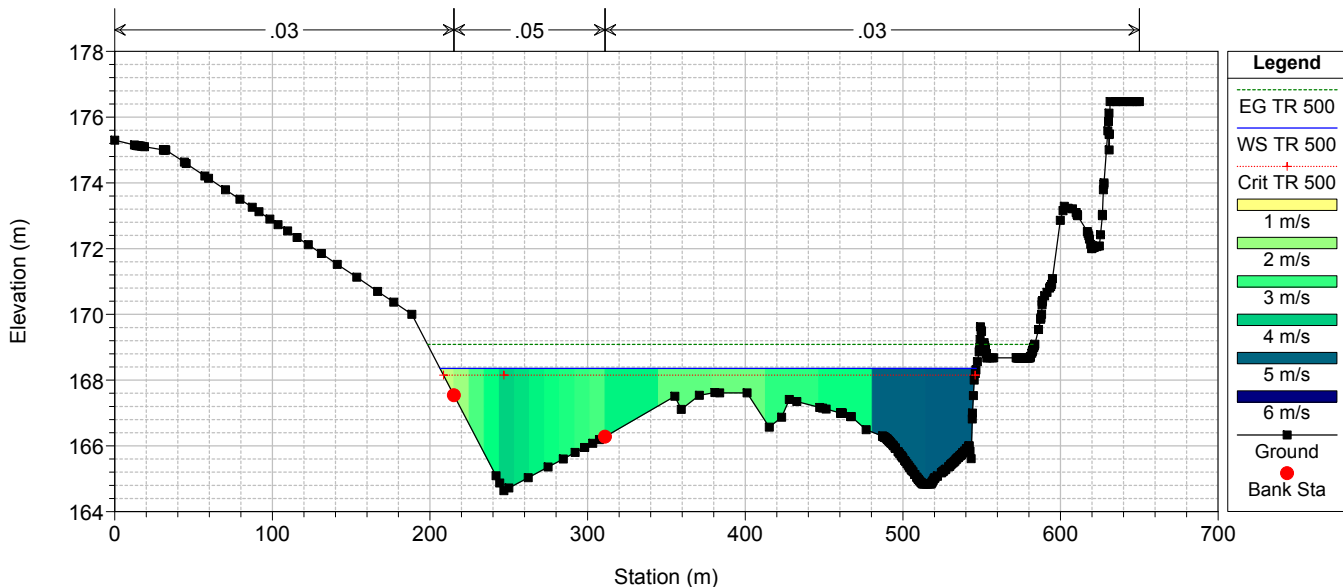
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



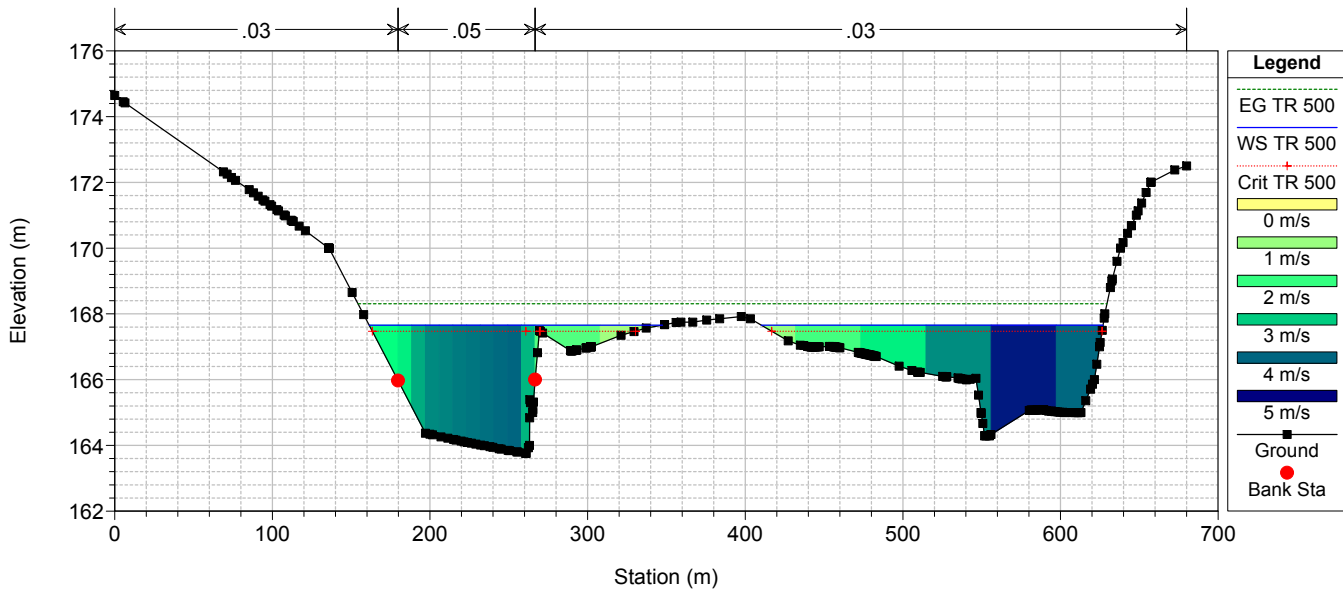
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



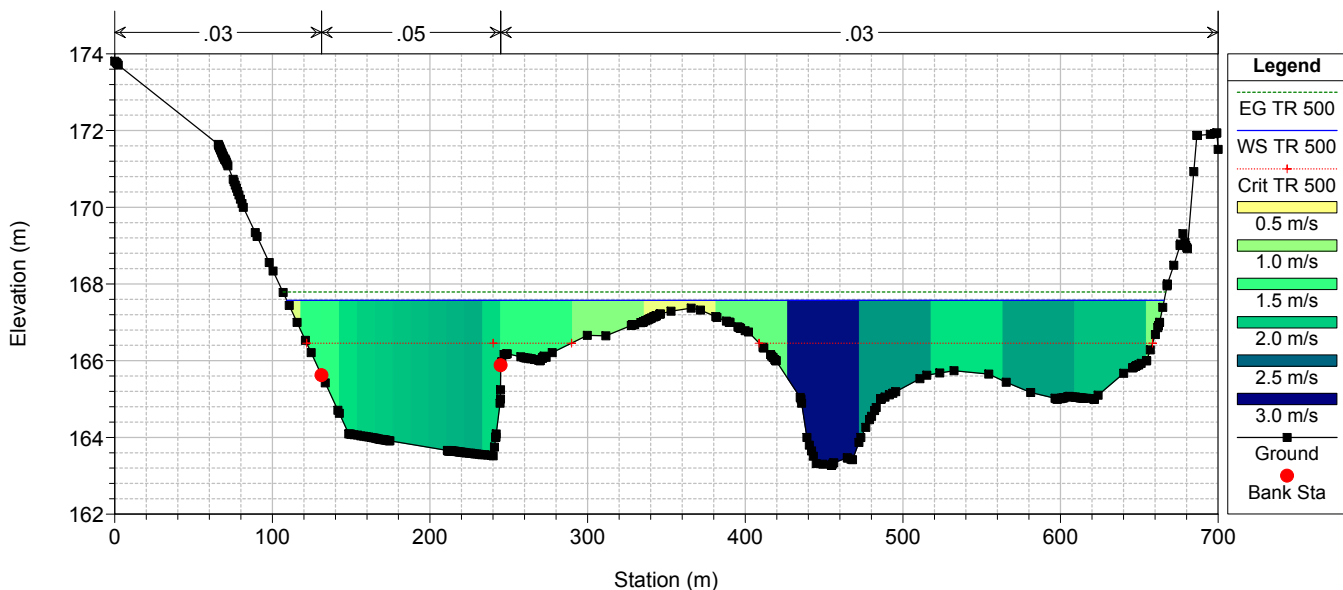
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



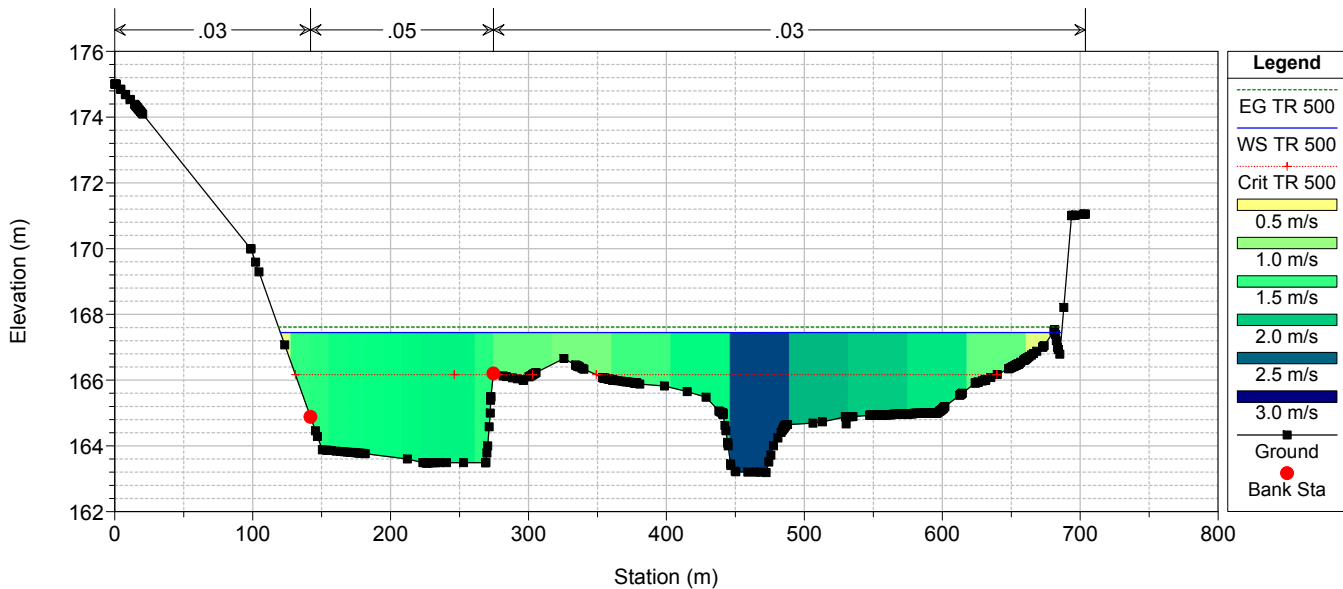
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



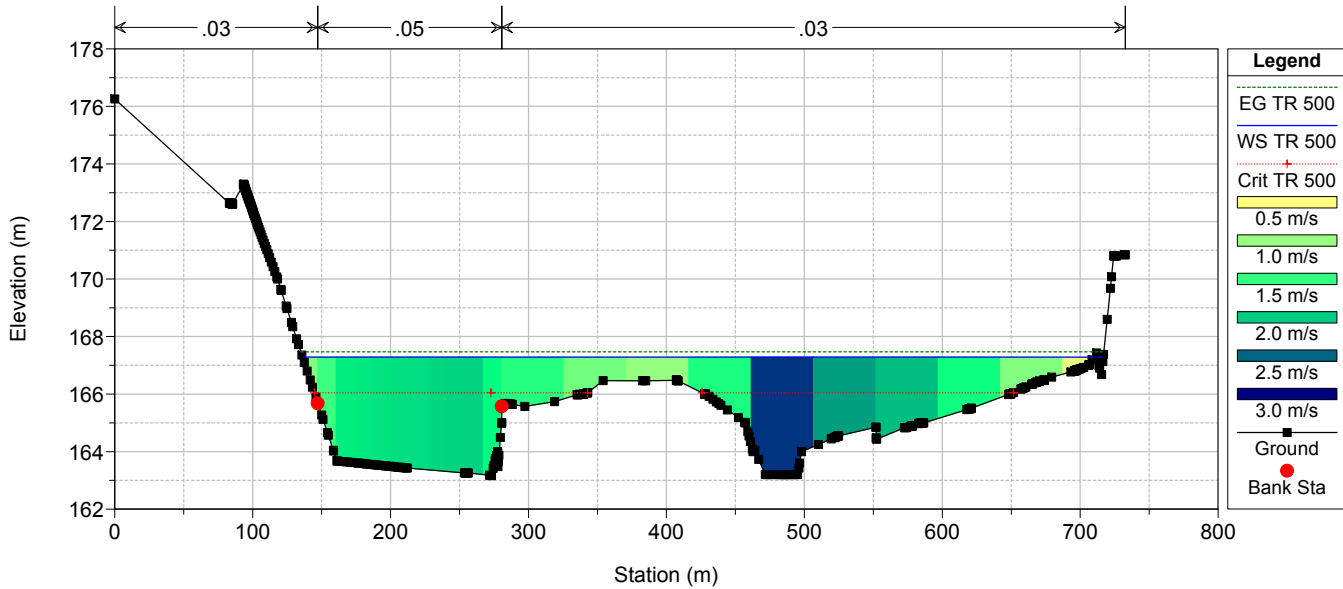
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



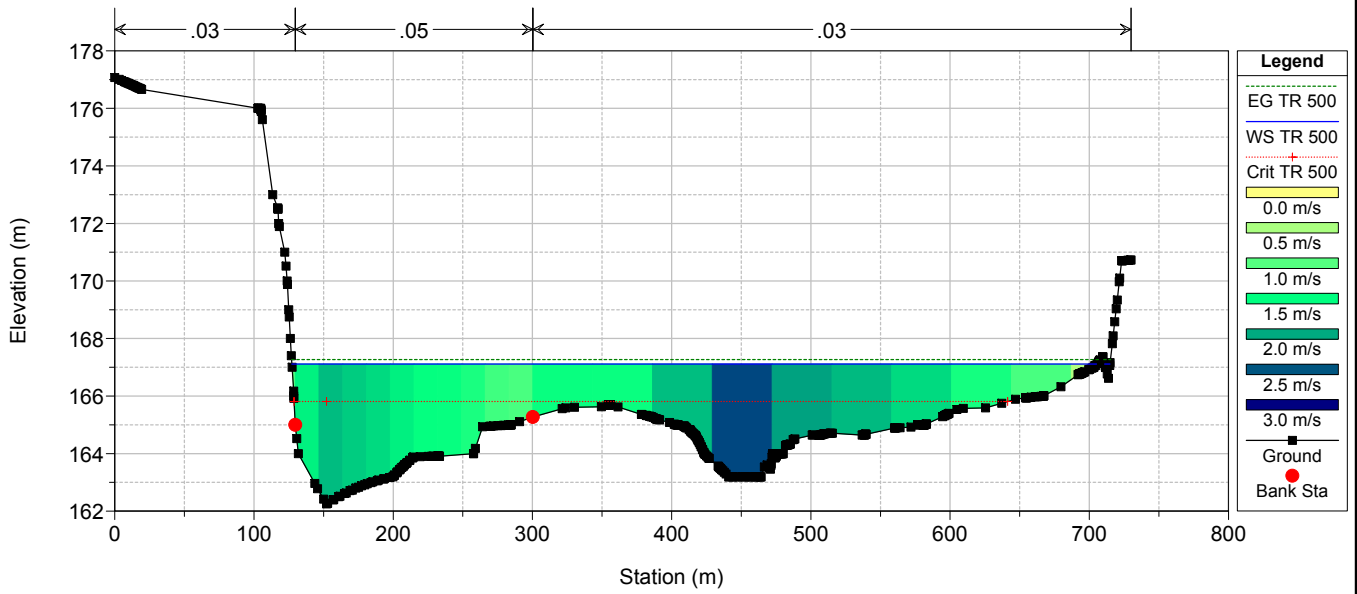
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



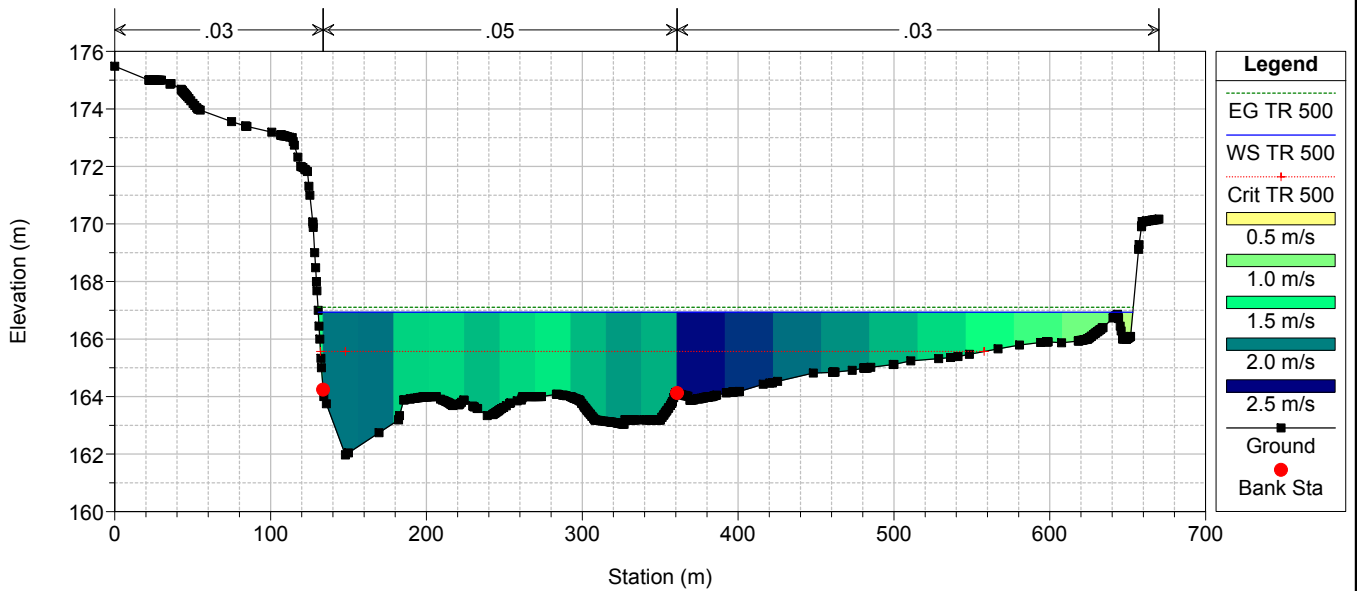
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



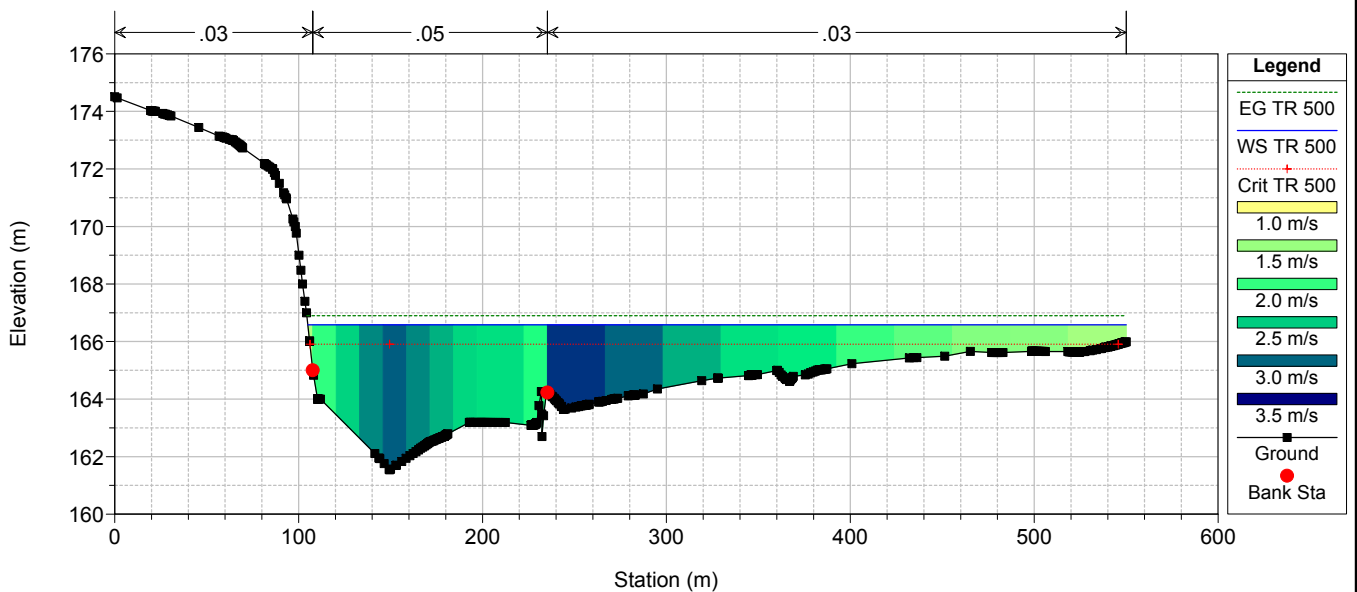
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



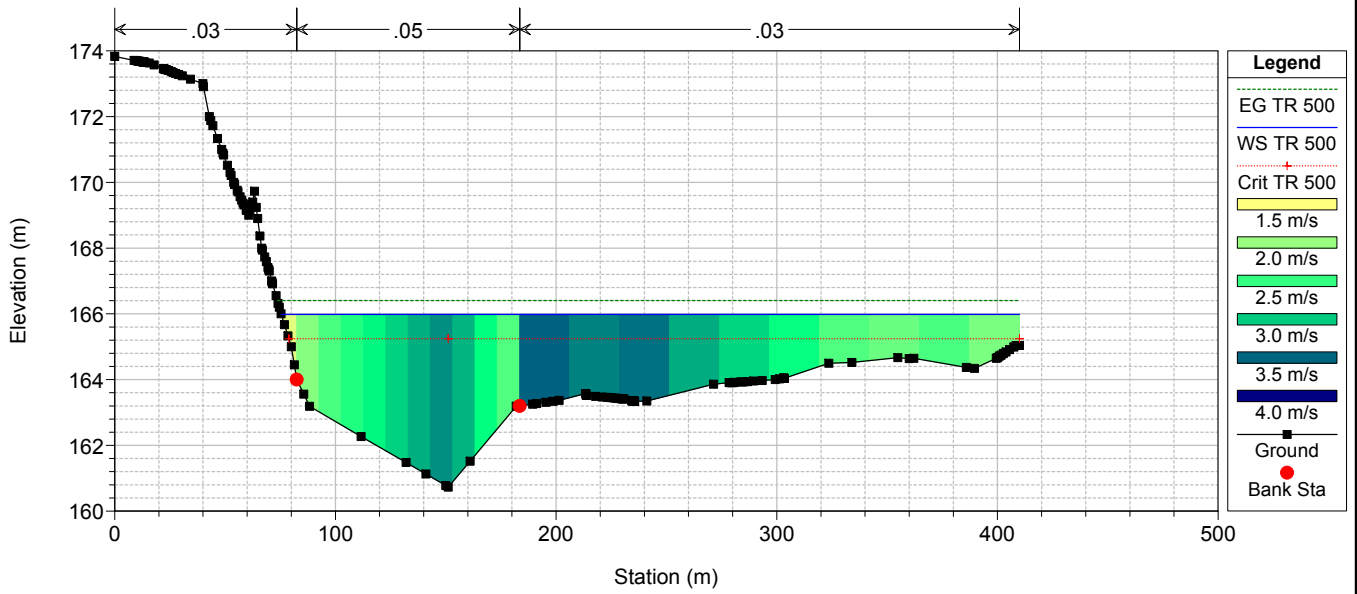
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



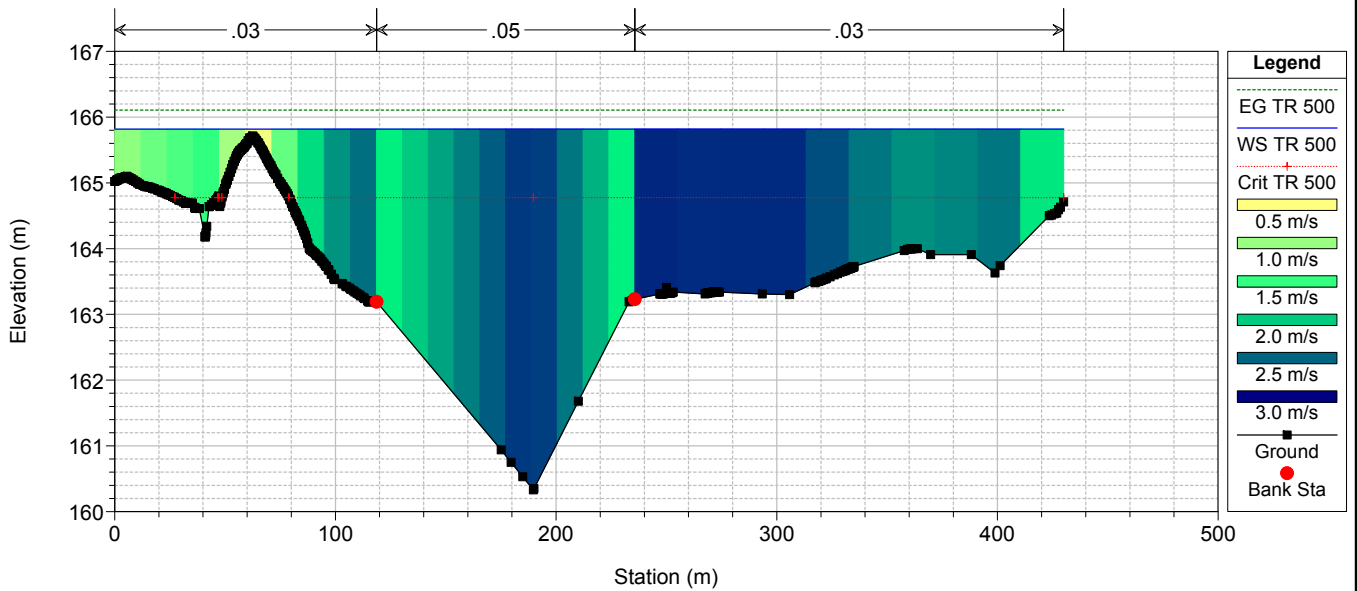
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



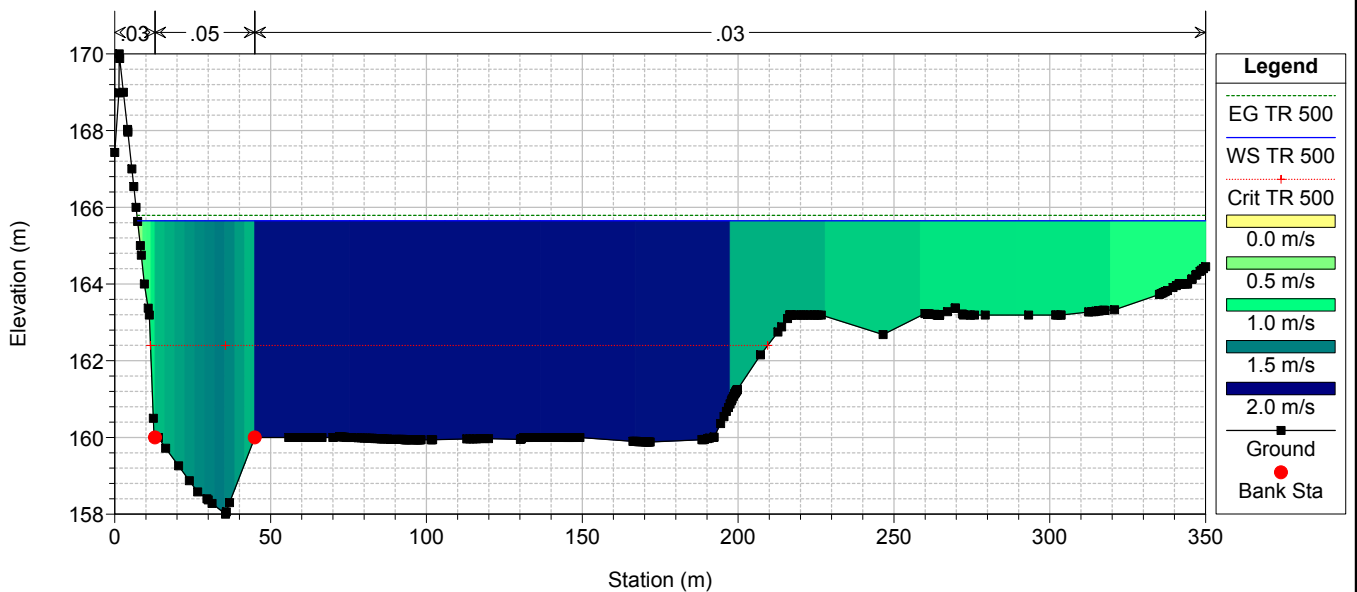
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

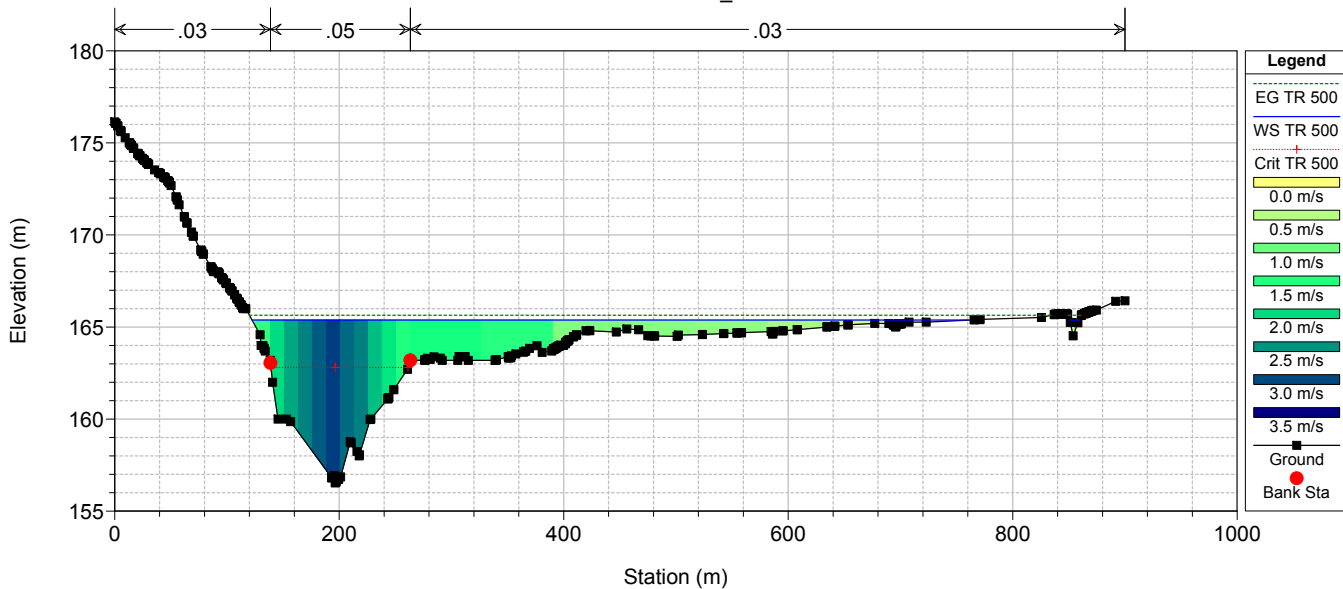


RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



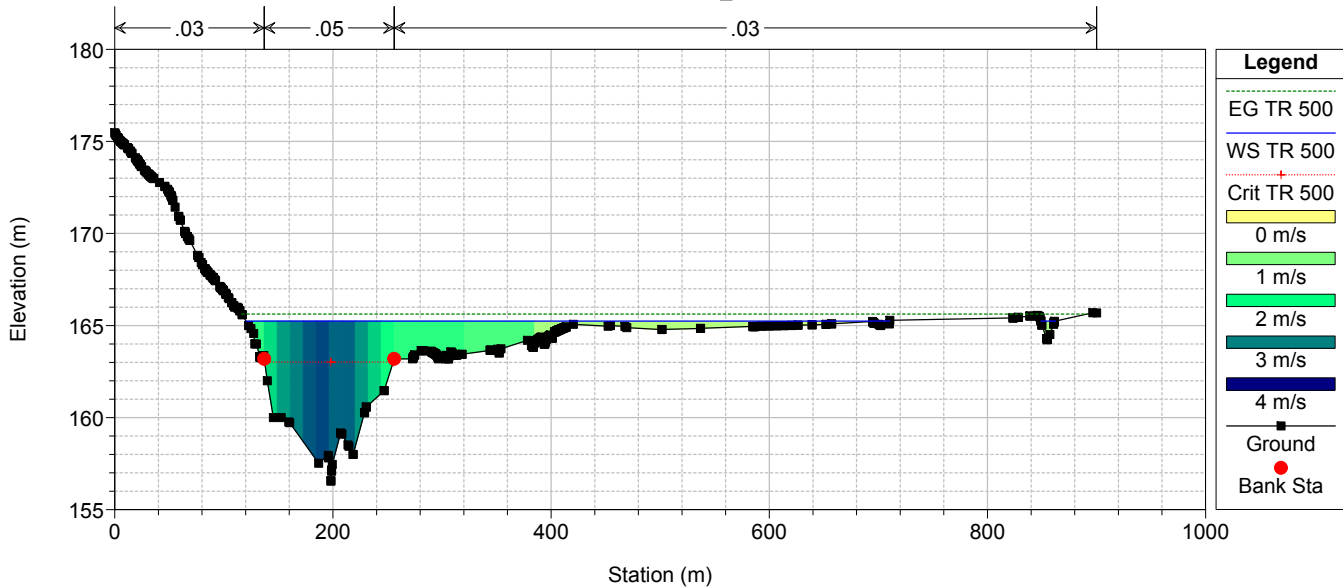
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

Ponte SS597_M.5



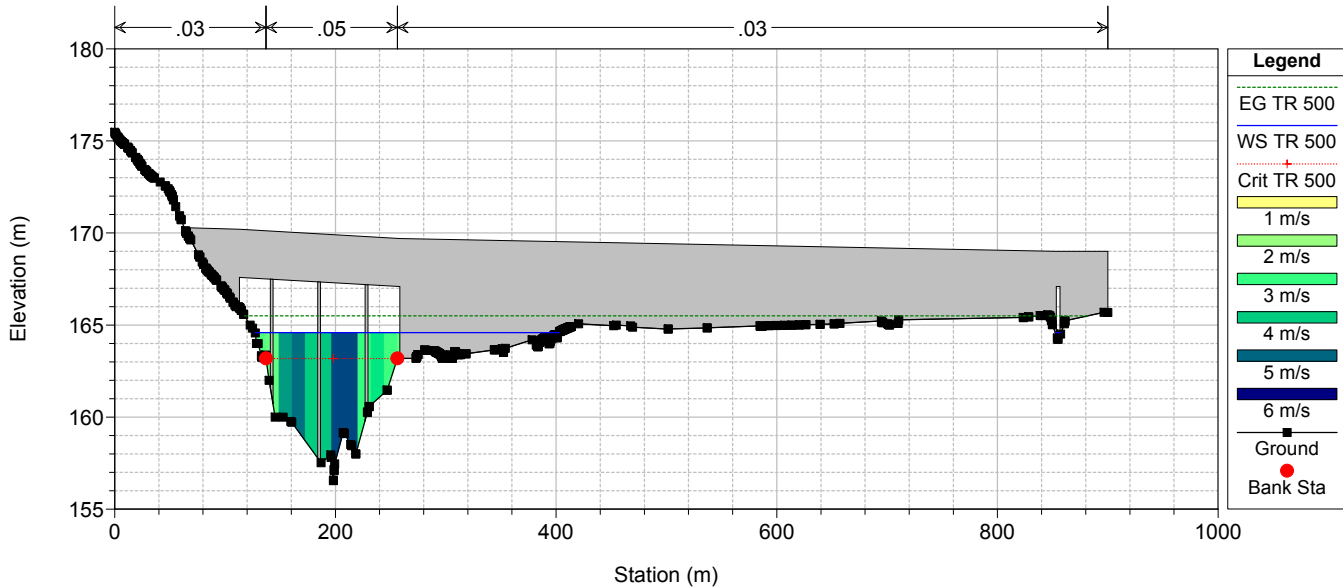
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

Ponte SS597_M.4

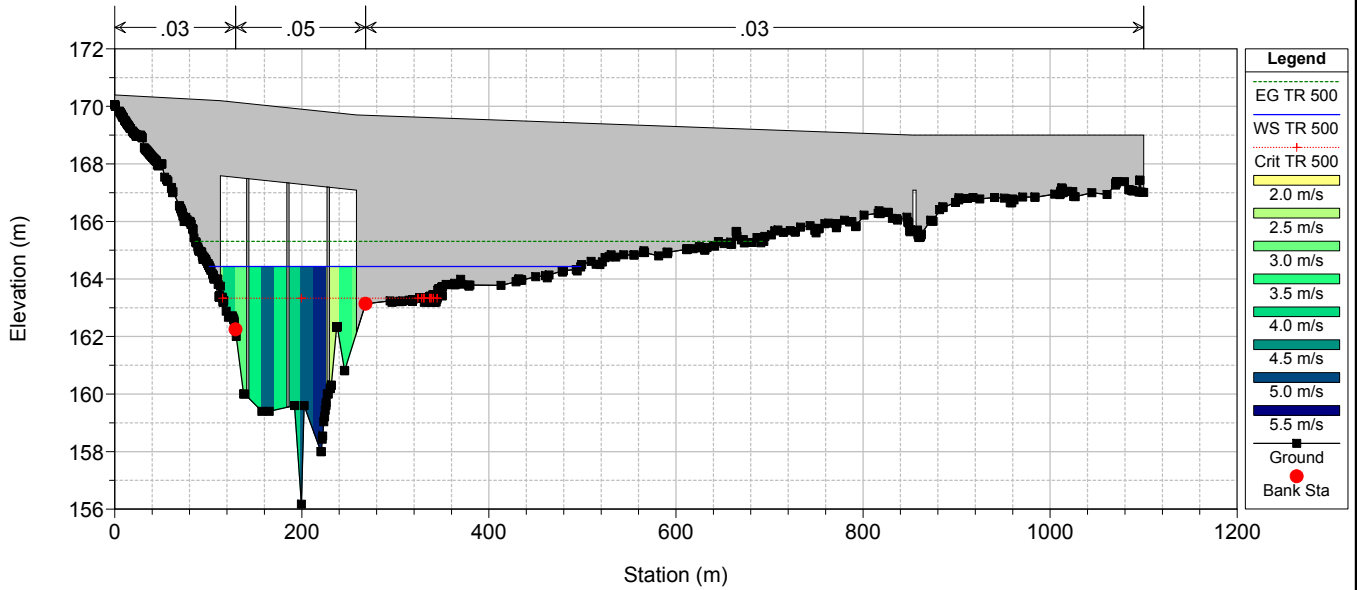


RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)

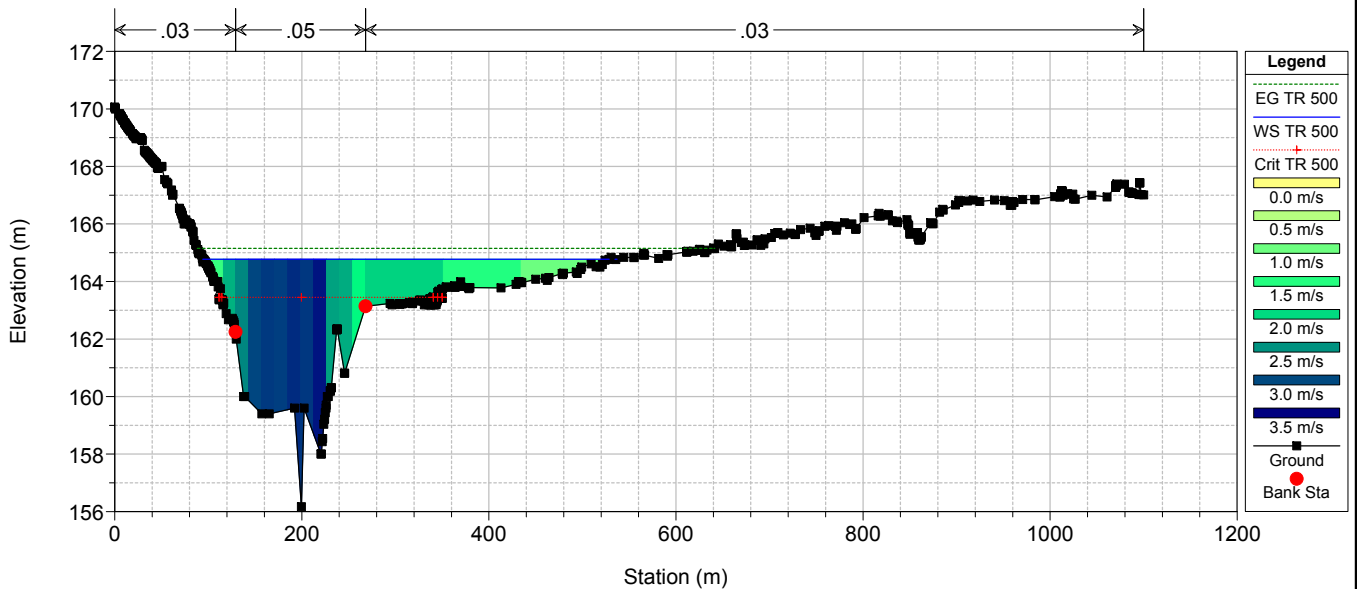
NUOVO PONTE SS597



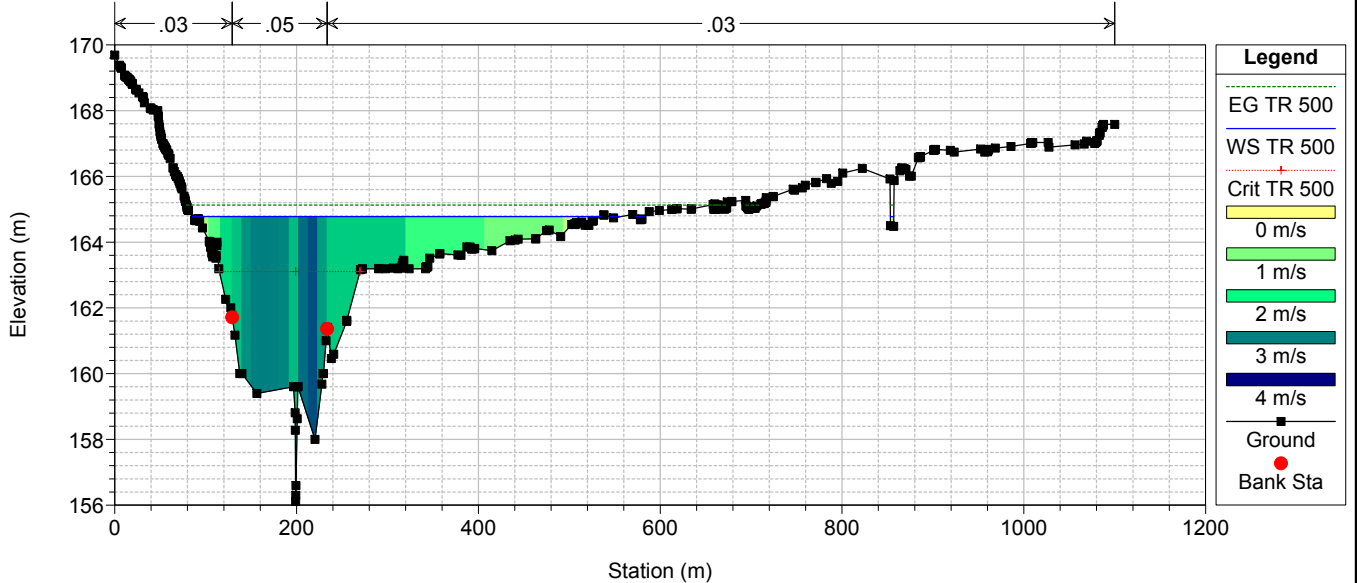
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
NUOVO PONTE SS597



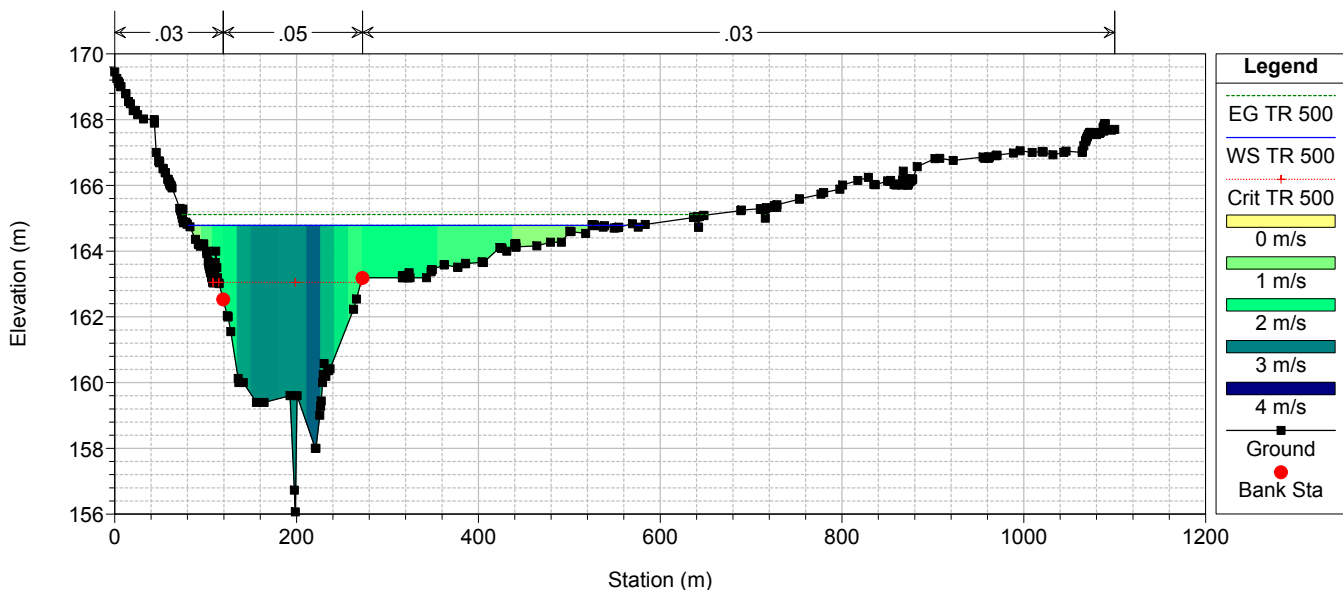
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



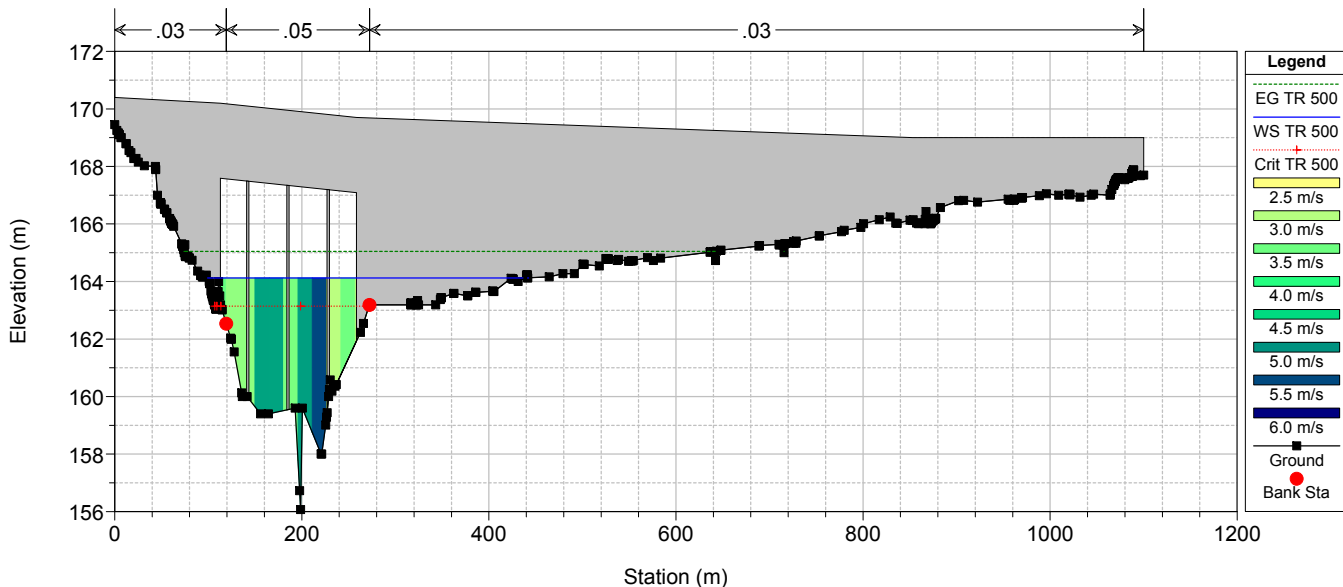
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
Ponte SS597_V.2



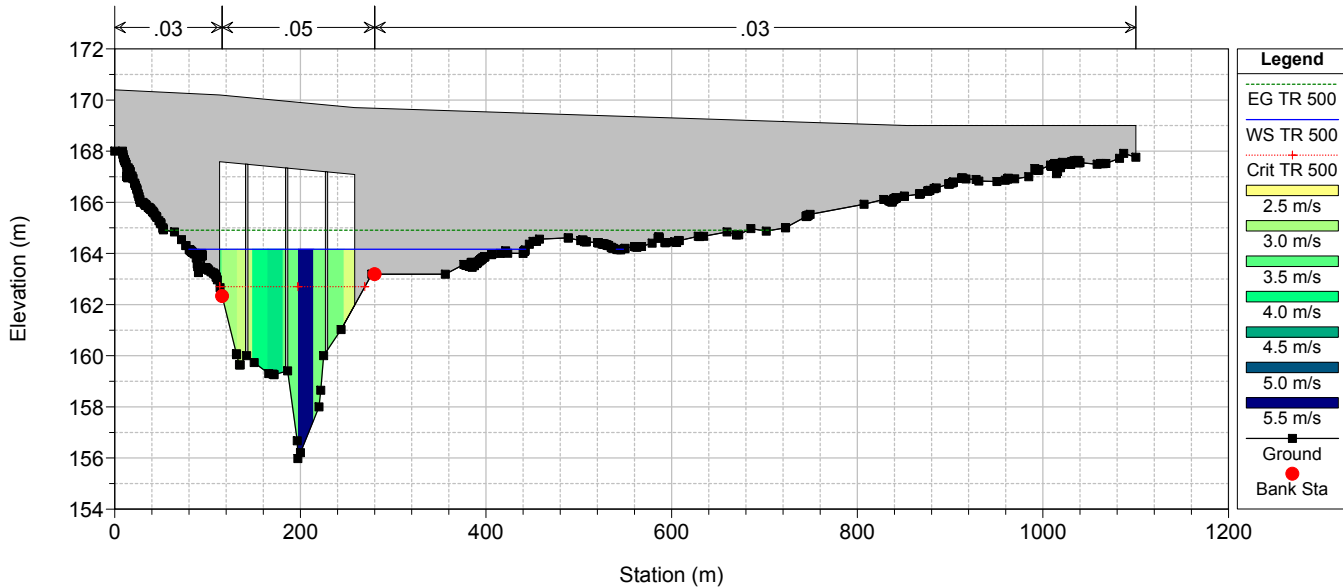
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



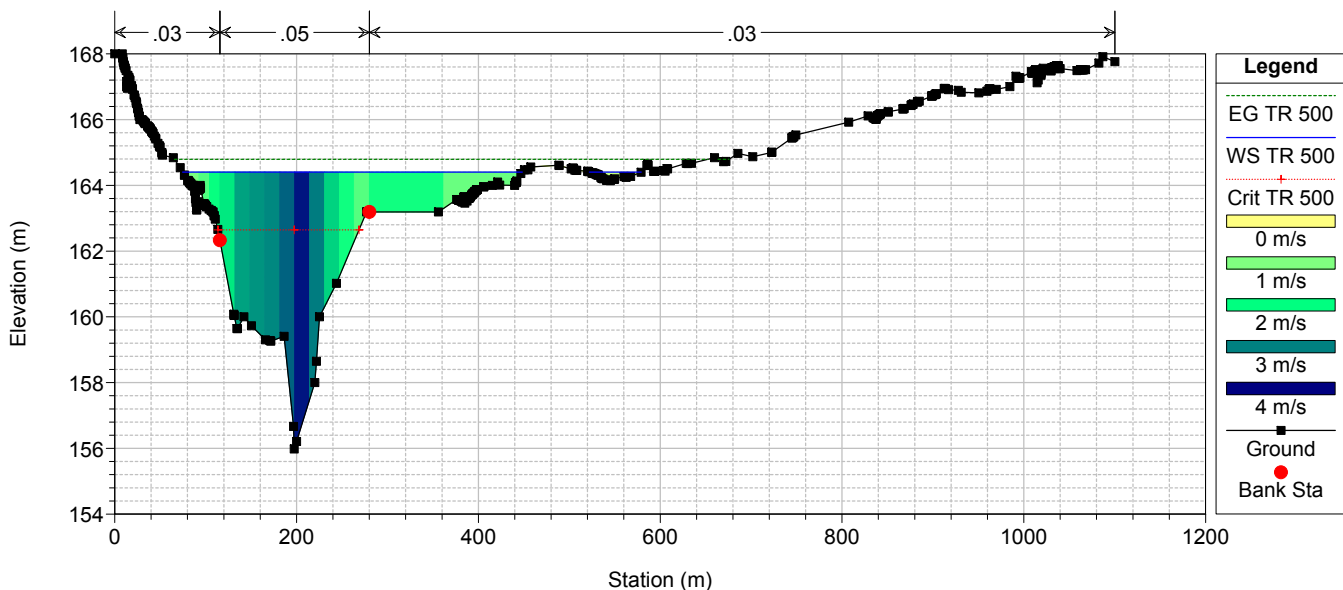
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
PONTE Viab. SV7



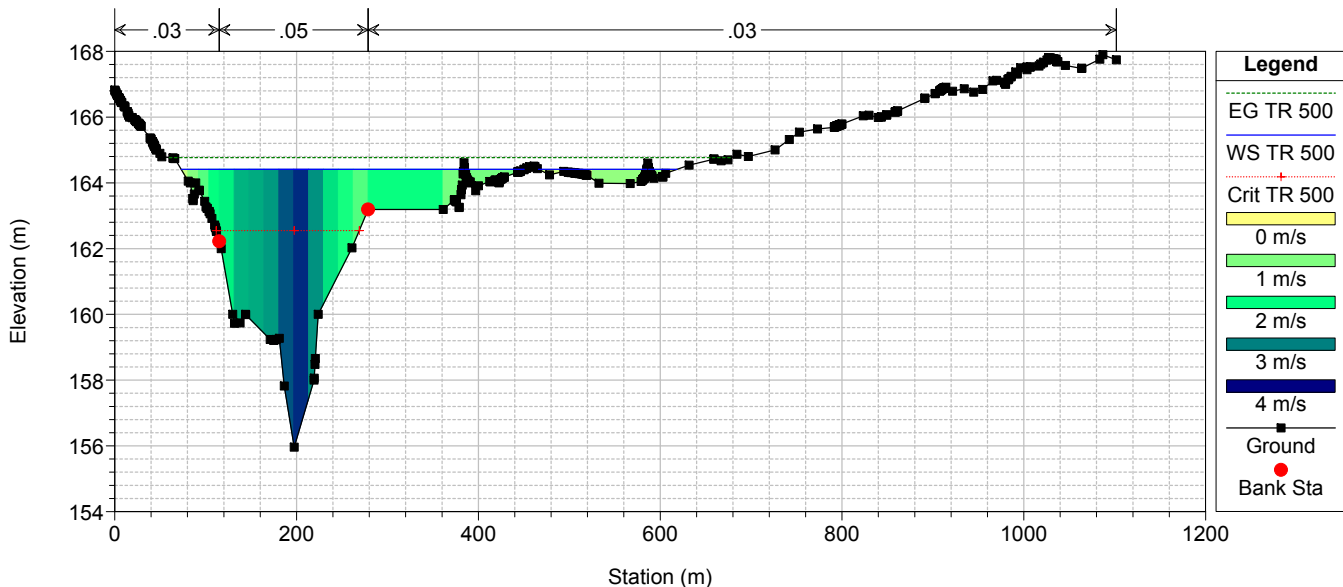
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)
PONTE Viab. SV7



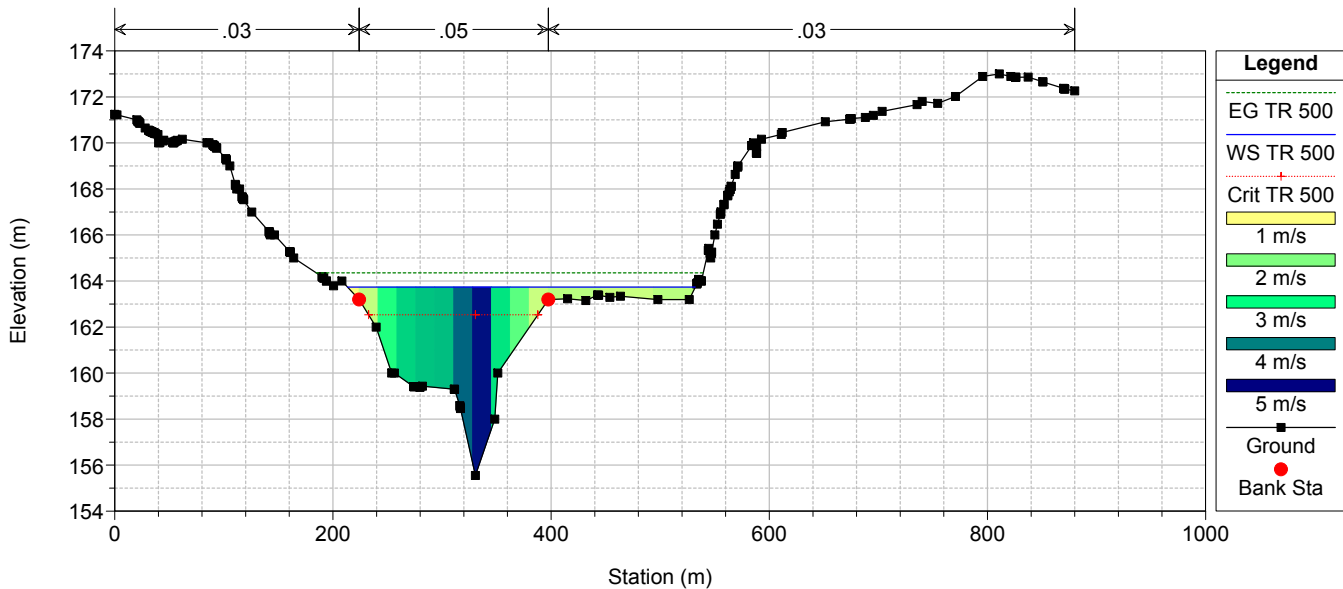
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



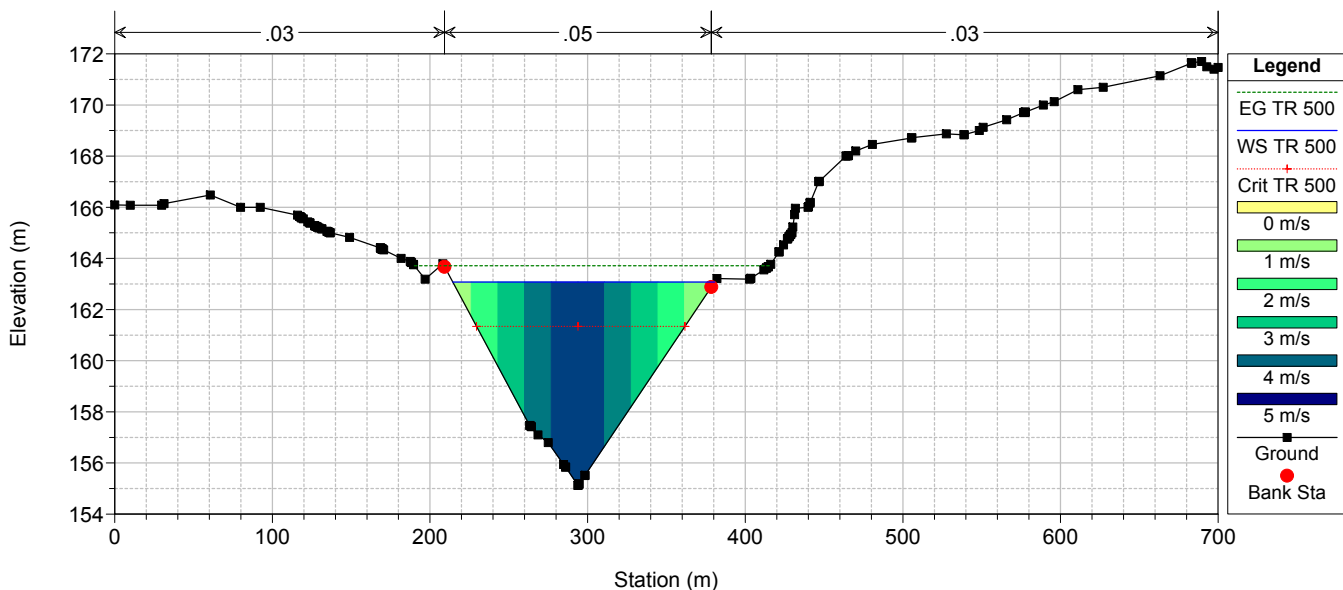
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



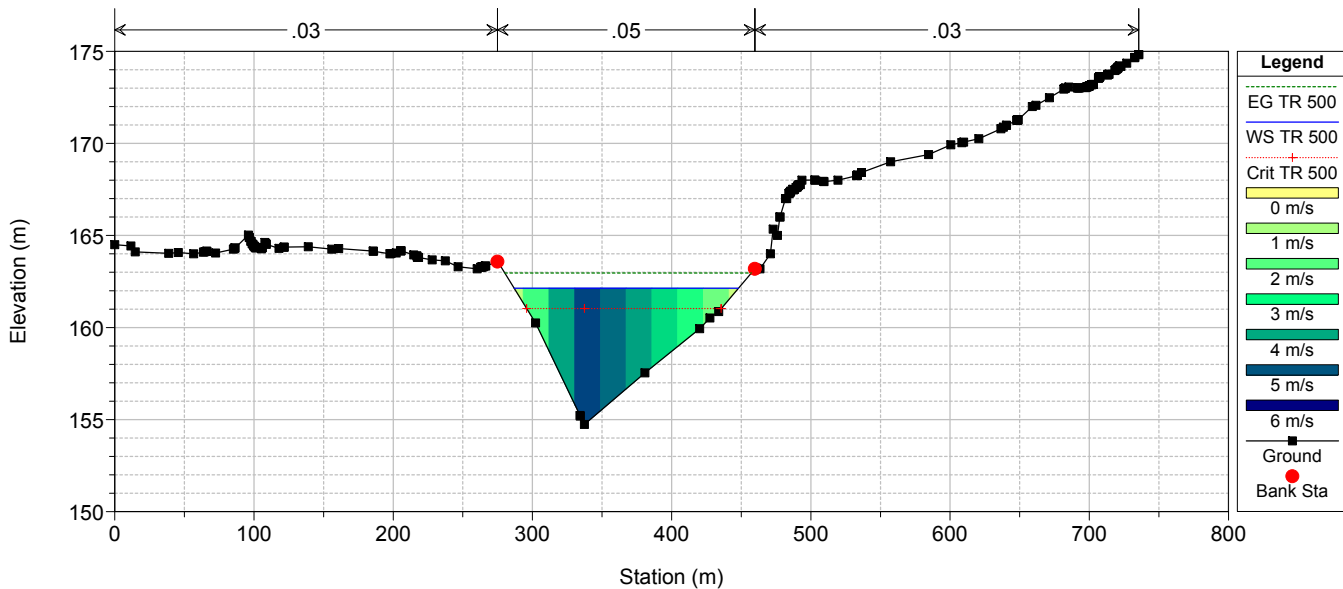
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



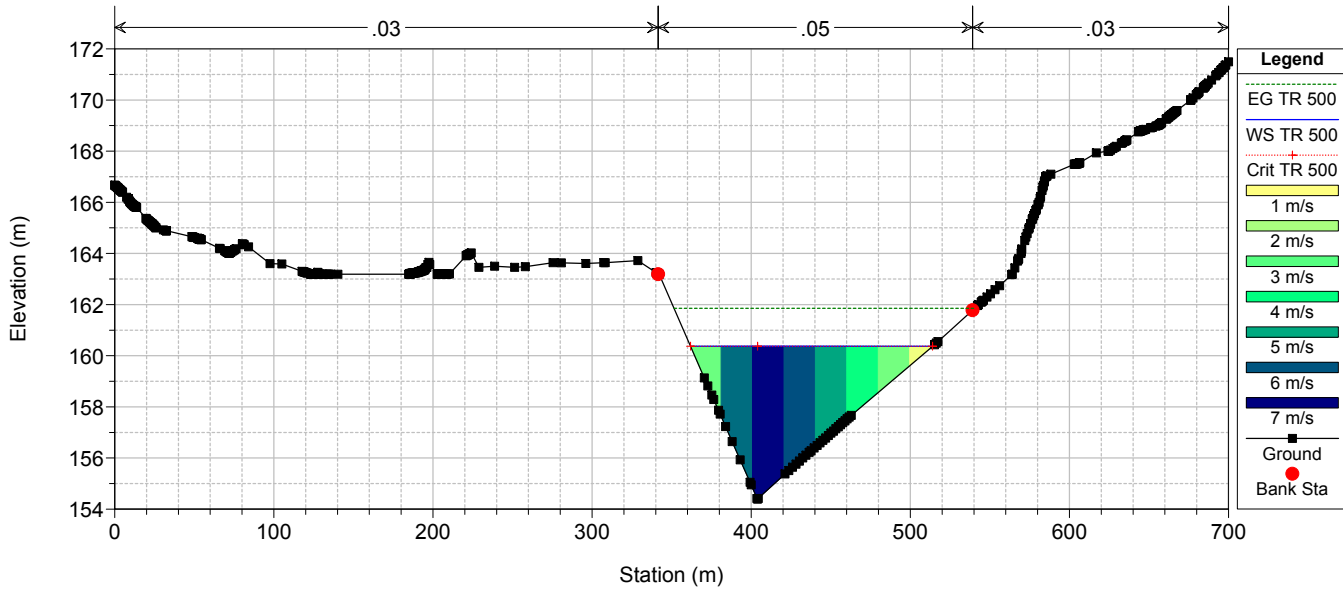
RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MIN_REG(155)



ALLEGATO 3.3

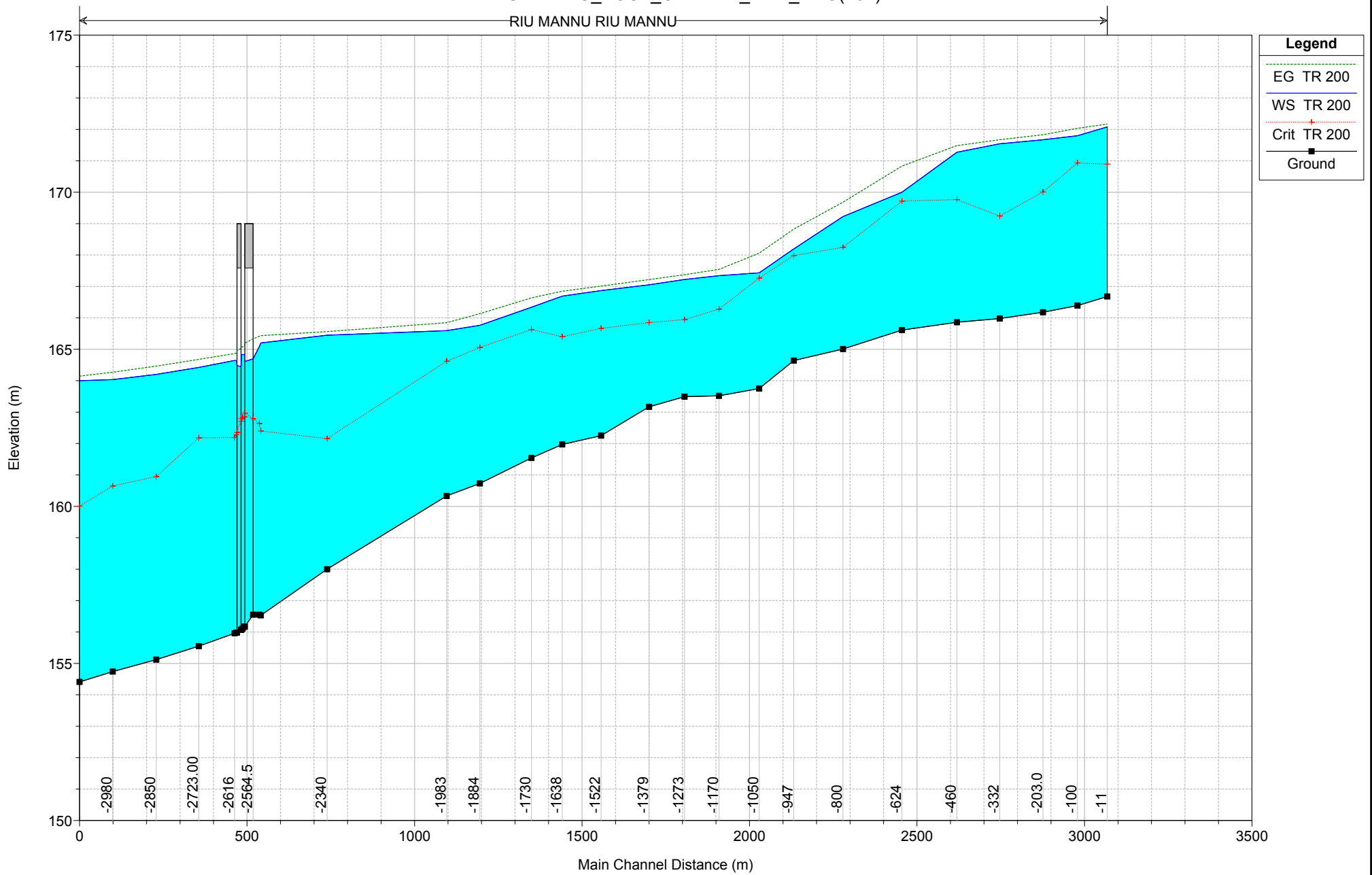
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam –
Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: POST_(164) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

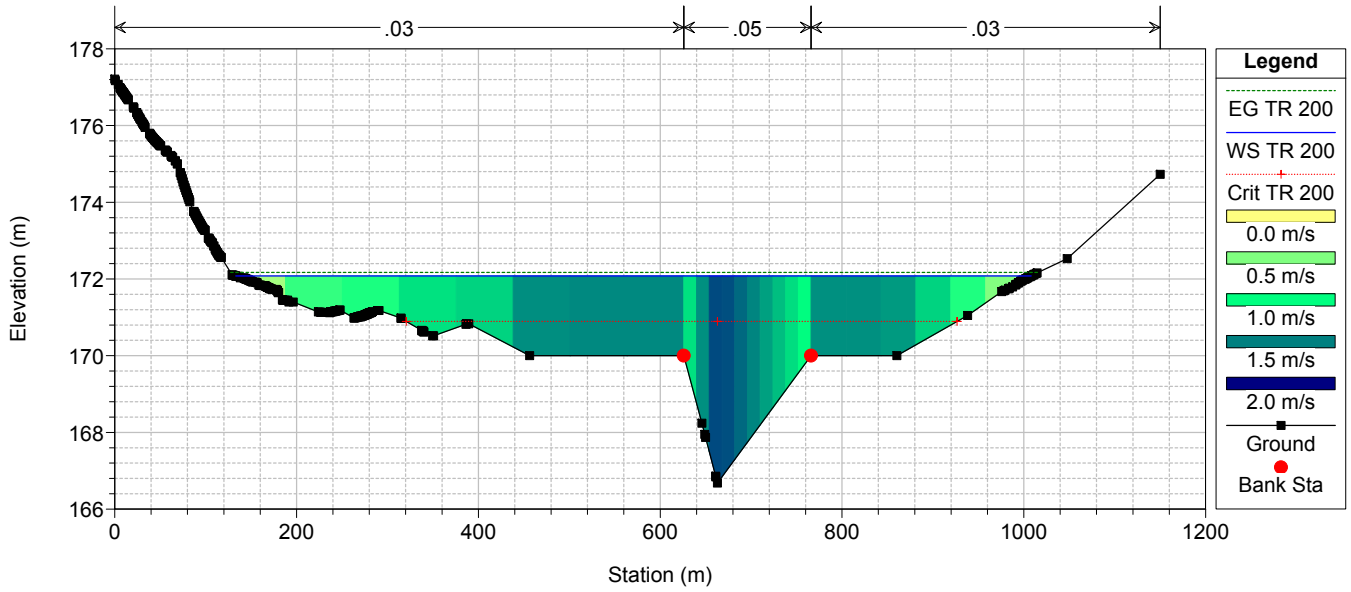
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.88	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.81	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.4	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	218.8	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.07	167.35	166.28	1.07	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.2	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.6	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.88	167.05	165.85	1.20	0.31	167.22	1.8	1.8	3.4	54.2	2.00
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.62	166.87	165.67	1.20	0.27	167.01	1.5	1.7	3.1	38.4	2.20
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.72	166.69	165.40	1.29	0.31	166.85	1.7	1.7	3.2	49.5	2.30
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.80	166.34	165.63	0.71	0.43	166.64	2.5	2.4	3.4	104.8	1.95
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	5.03	165.76	165.06	0.70	0.45	166.14	2.7	2.7	3.7	115.1	2.31
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.26	165.59	164.62	0.97	0.36	165.85	2.2	2.2	3.8	77.9	2.21
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.45	165.45	162.16	3.29	0.16	165.56	1.3	1.5	6.4	21.4	4.11
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	156.53	8.67	165.20	162.40	2.80	0.31	165.43	2.3	1.9	5.7	73.4	1.89
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	8.54	165.09	162.63	2.46	0.37	165.42	2.7	2.2	5.4	101.3	1.67
RIU MANNU	-2564.5		Bridge												
RIU MANNU	-2587	TR 200	2076.0	156.17	8.66	164.83	162.85	1.98	0.35	165.09	2.4	2.1	4.7	85.8	2.12
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	8.72	164.83	162.83	2.00	0.34	165.08	2.5	2.1	5.1	87.6	2.01
RIU MANNU	-2596	TR 200	2076.0	156.07	8.76	164.83	162.71	2.12	0.34	165.07	2.3	2.0	4.6	79.0	2.03
RIU MANNU	-2603.5		Bridge												
RIU MANNU	-2611	TR 200	2076.0	155.98	8.66	164.64	162.28	2.36	0.34	164.88	2.3	2.0	4.7	77.0	1.88
RIU MANNU	-2616	TR 200	2076.0	155.96	8.68	164.64	162.19	2.45	0.32	164.86	2.2	1.9	4.8	70.7	1.90
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	8.87	164.42	162.18	2.24	0.35	164.68	2.3	2.2	4.4	81.0	2.68
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	9.08	164.20	160.95	3.25	0.32	164.47	2.3	2.2	5.1	75.7	3.77
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	9.29	164.03	160.65	3.38	0.31	164.27	2.2	2.1	5.1	67.6	3.56
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	9.59	164.00	160.01	3.99	0.23	164.15	1.7	1.6	5.6	41.5	2.71

RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

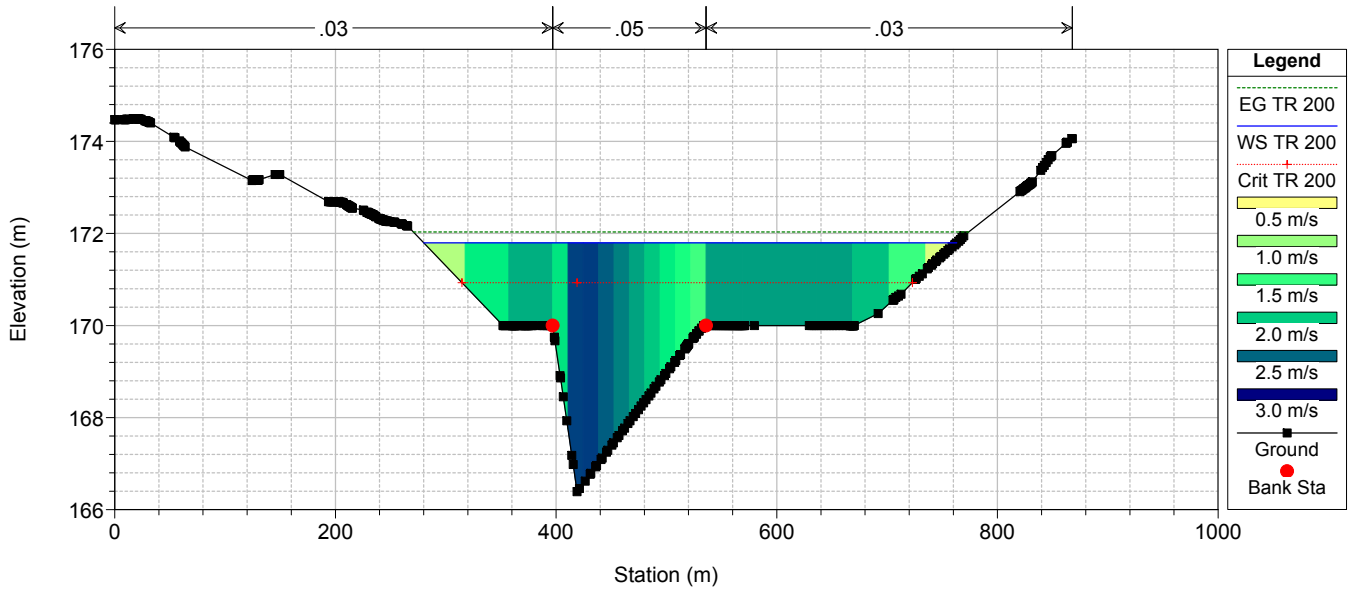
RIU MANNU RIU MANNU



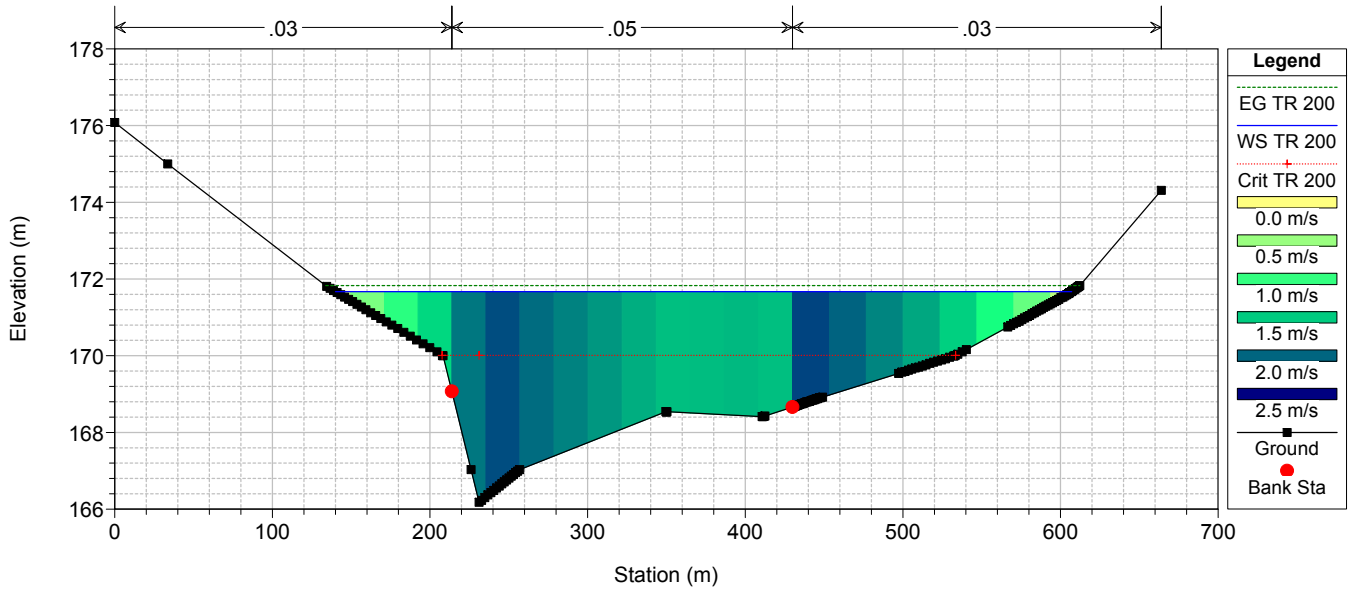
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



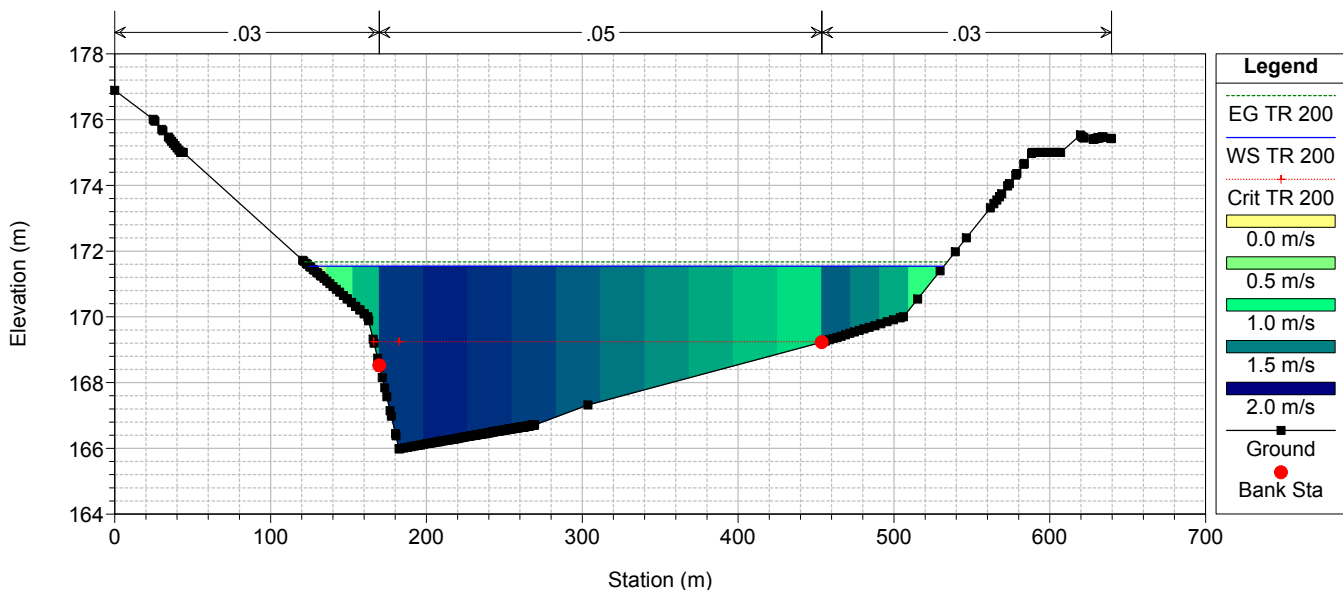
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



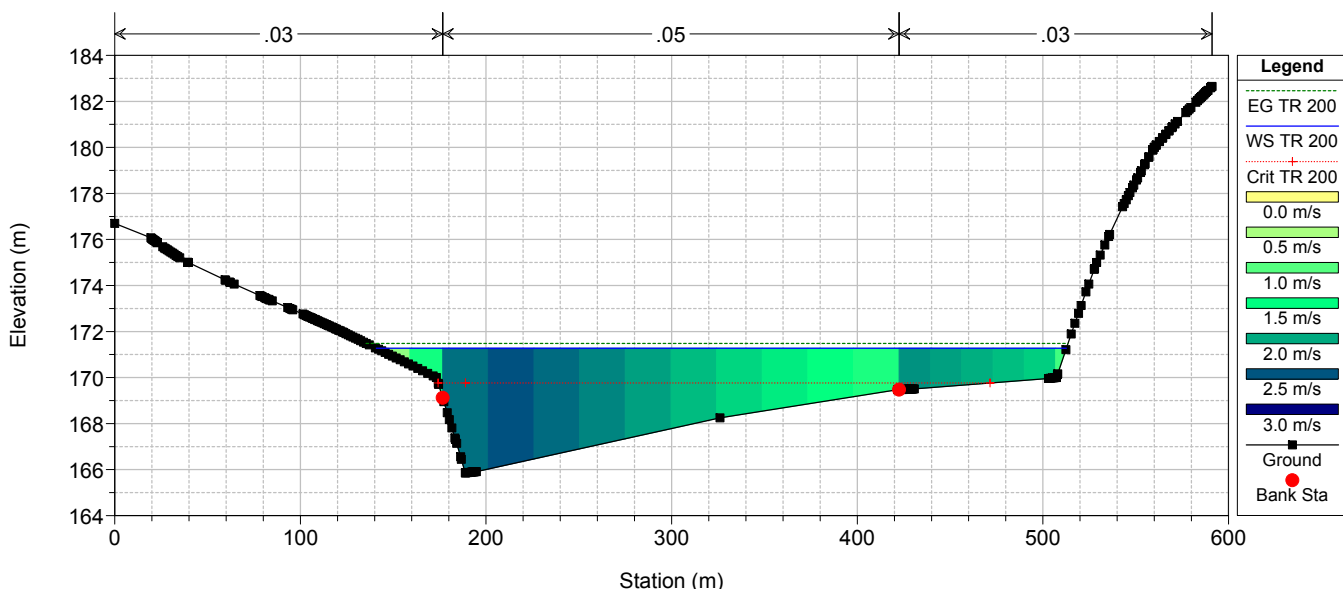
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



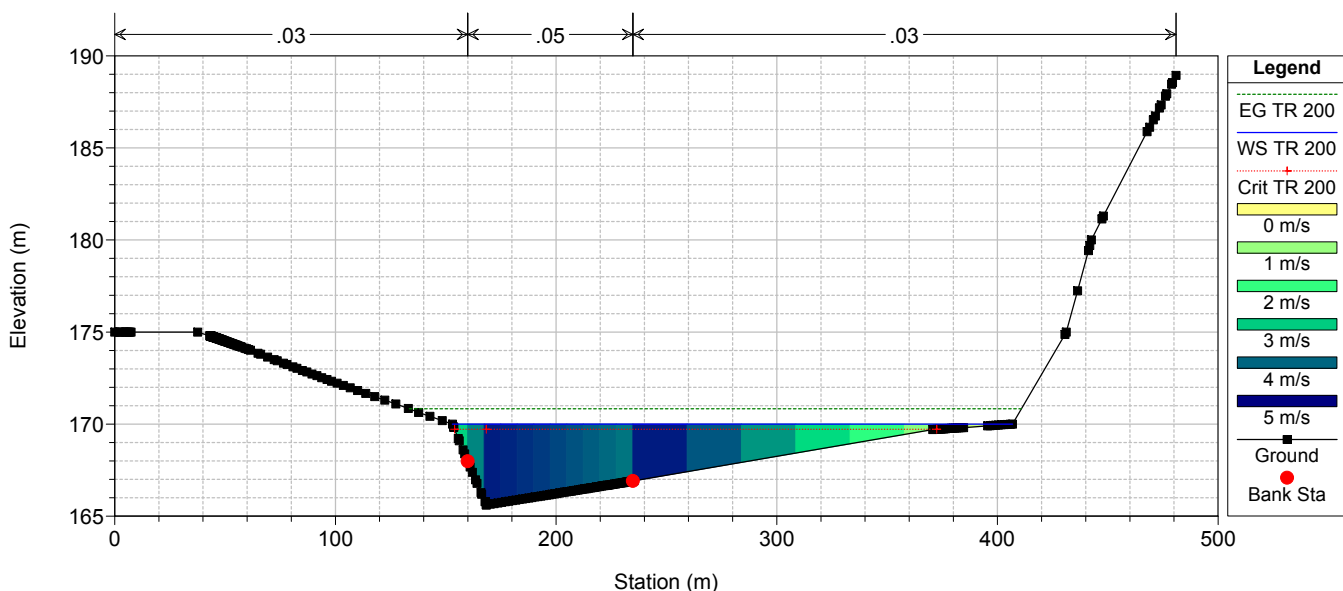
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



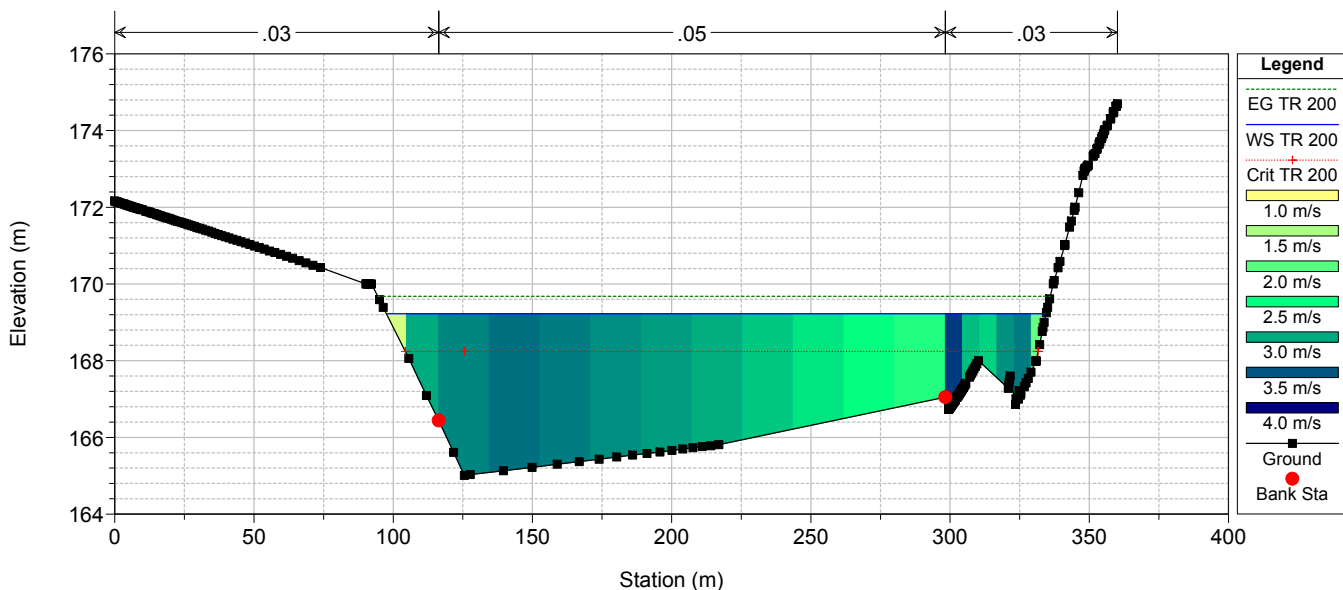
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



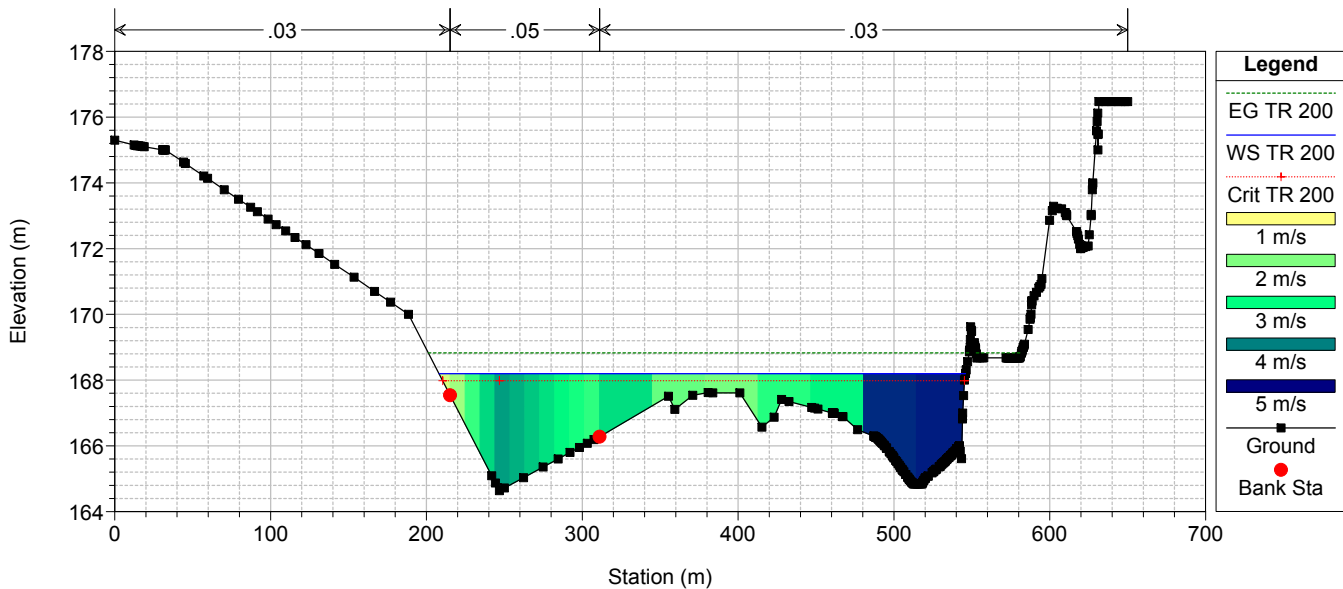
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



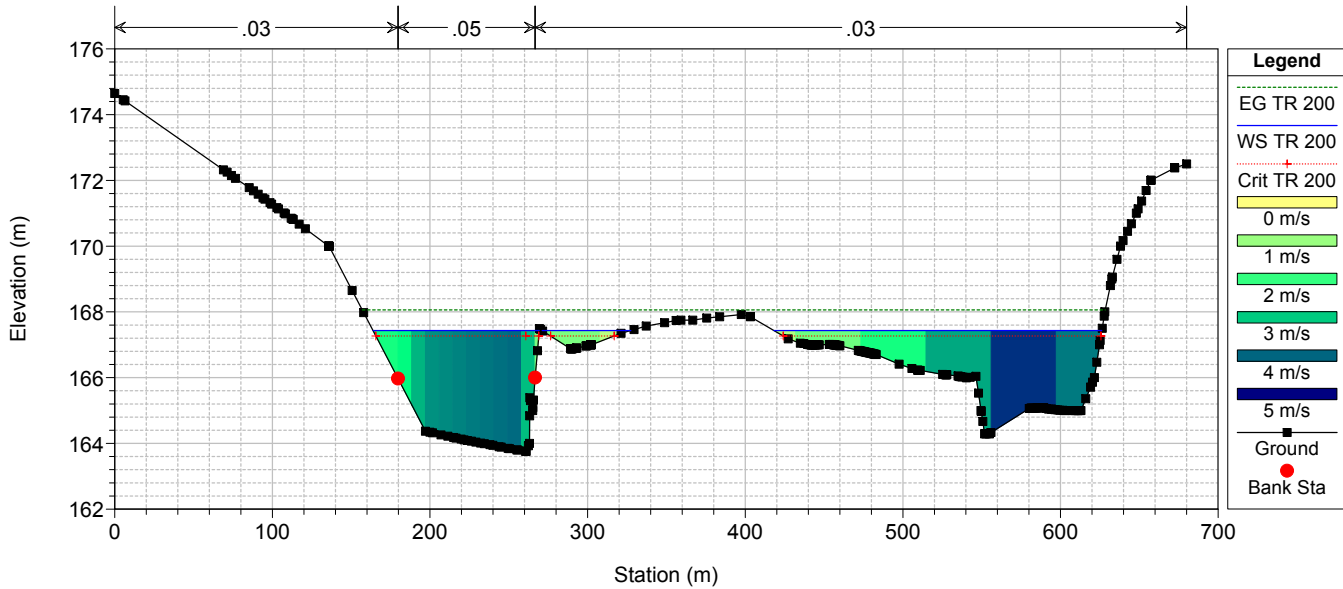
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



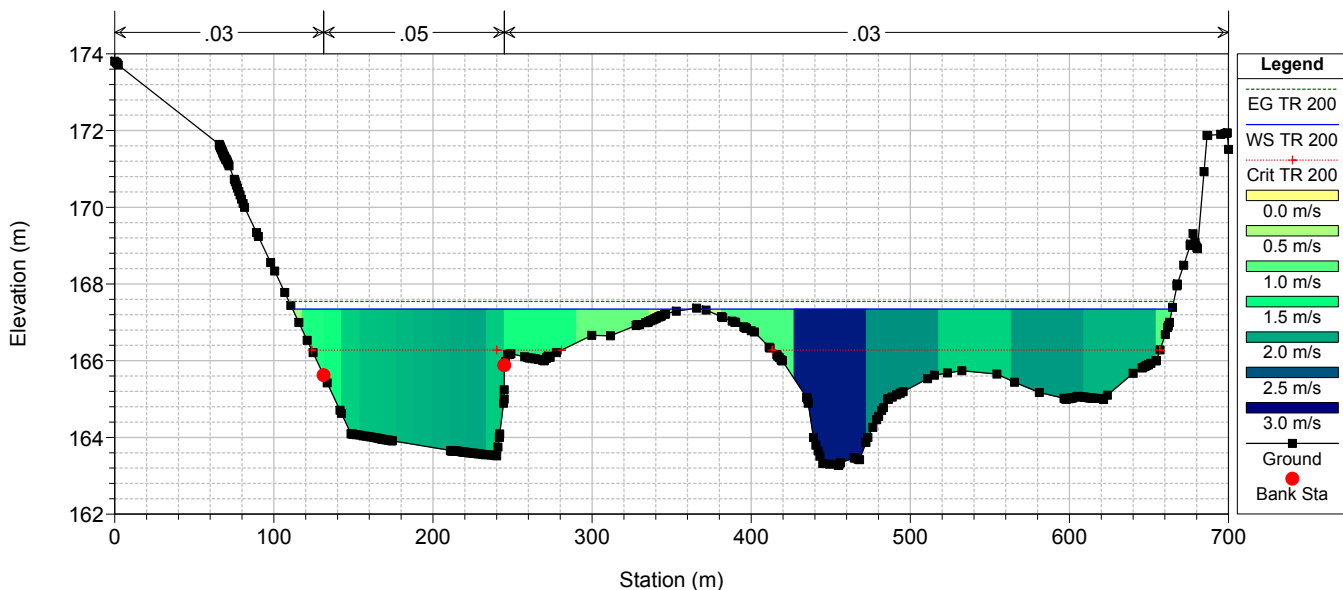
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



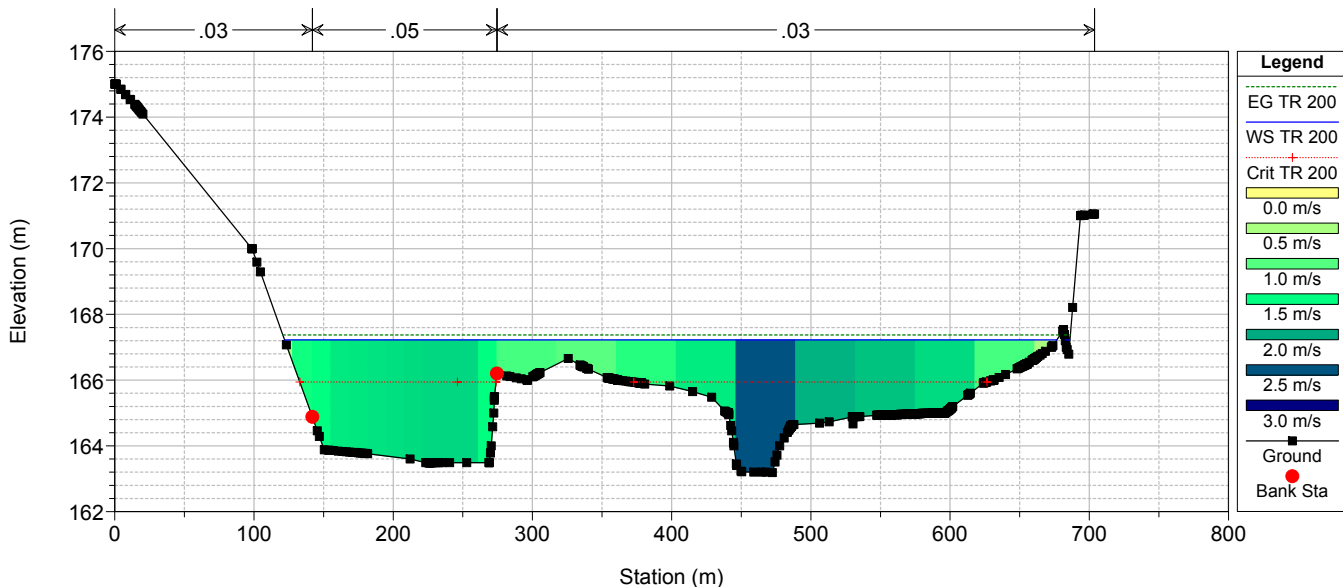
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



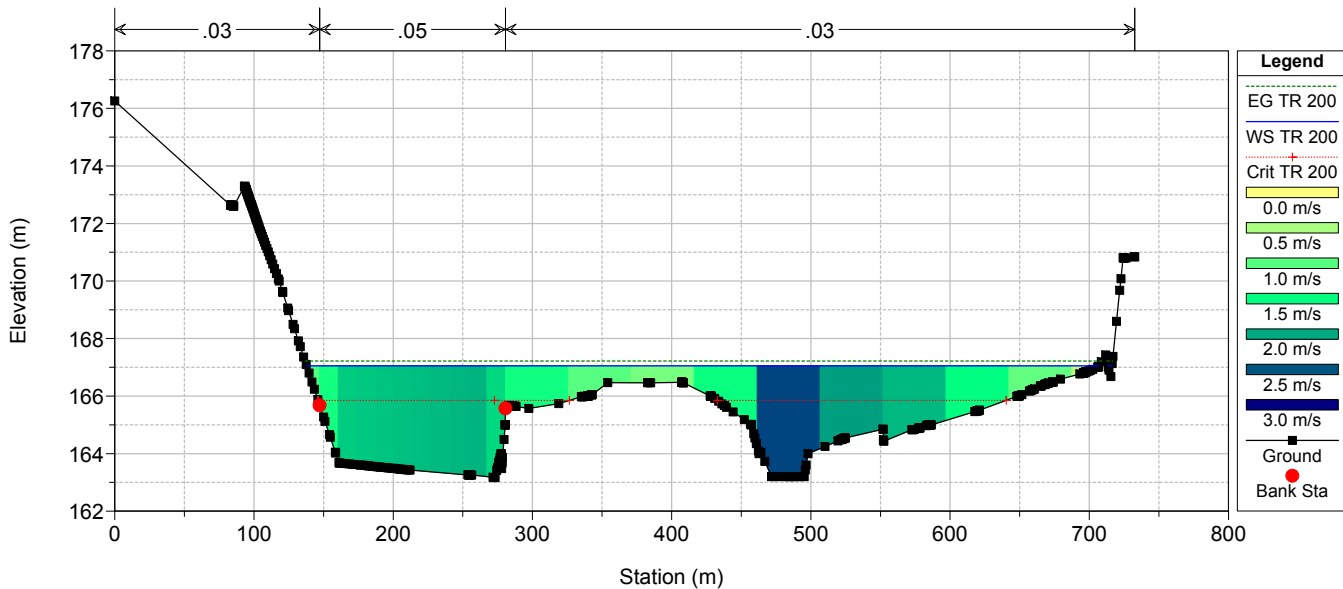
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



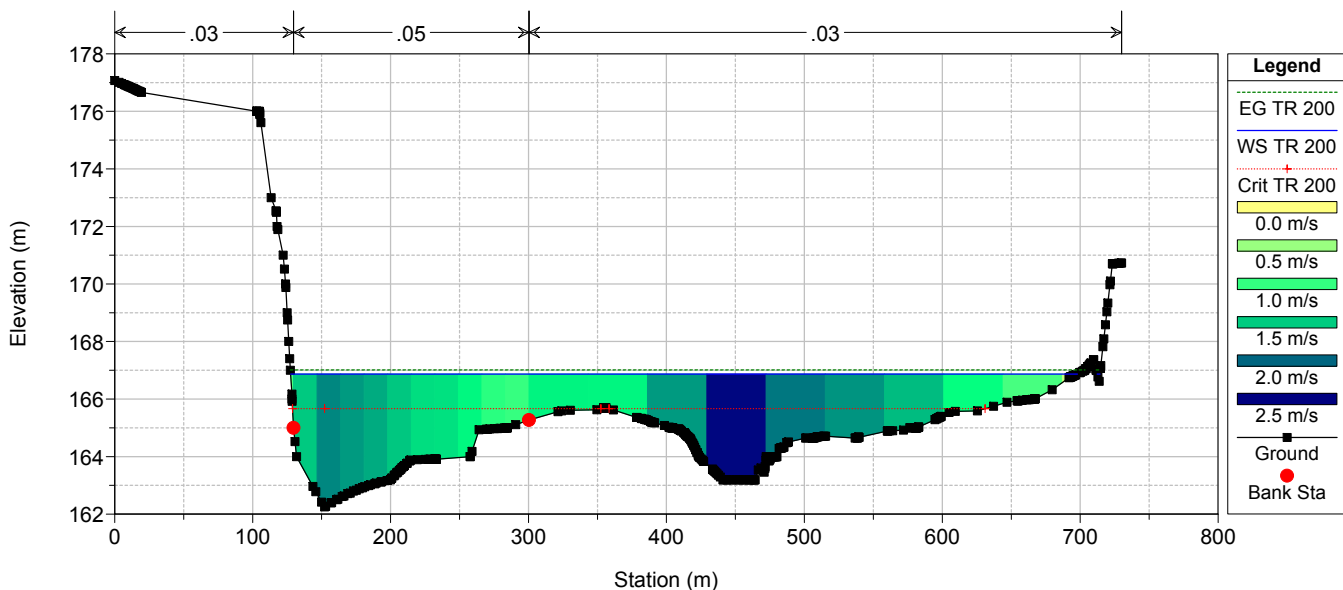
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



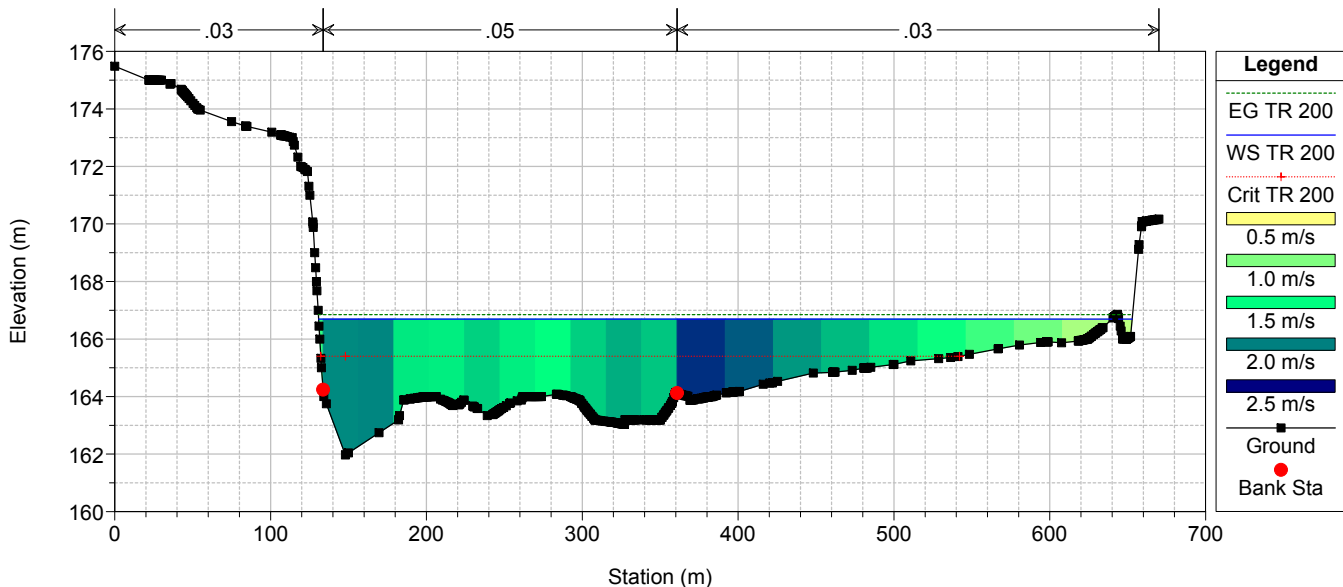
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



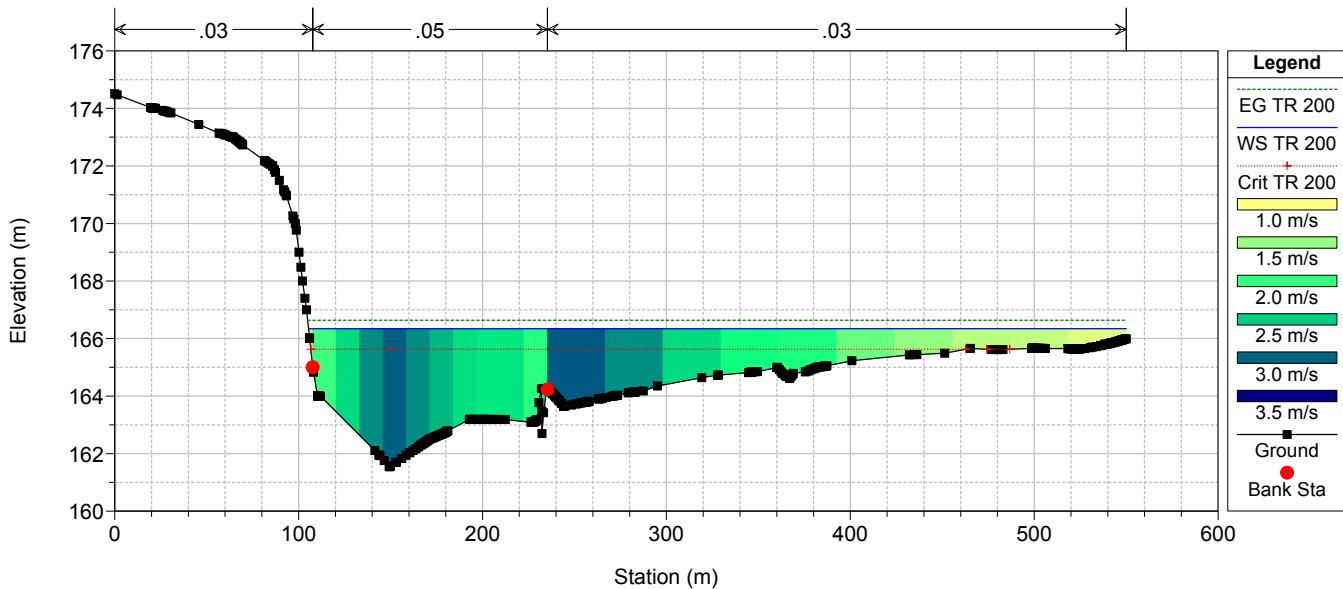
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



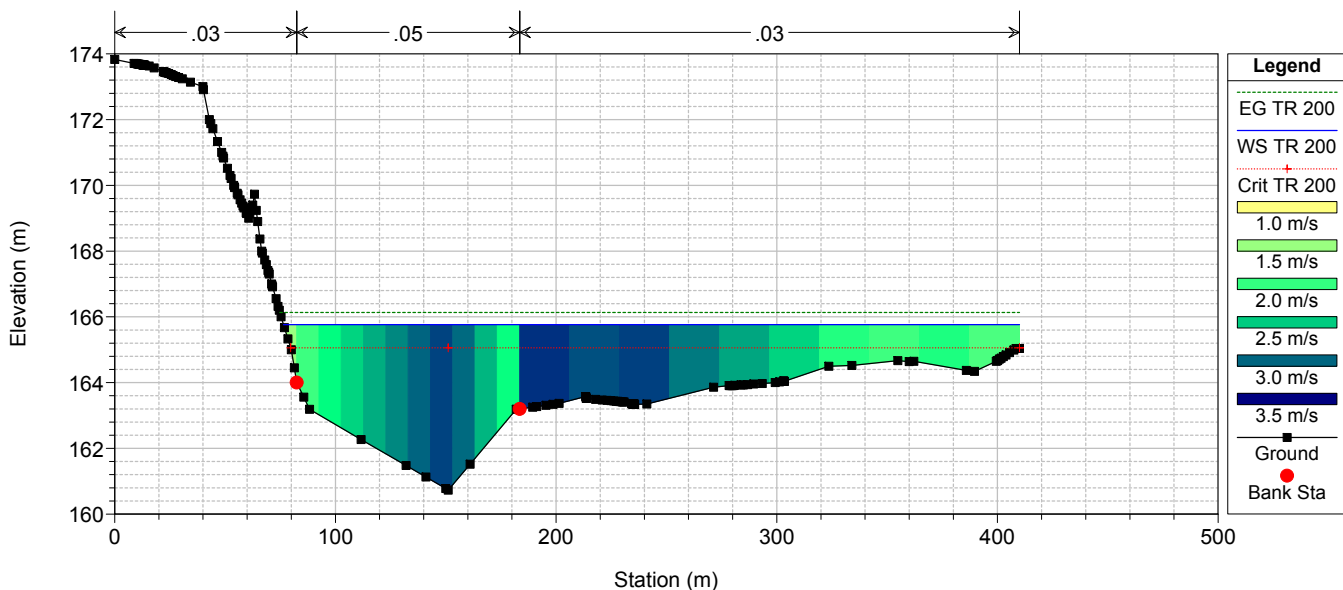
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



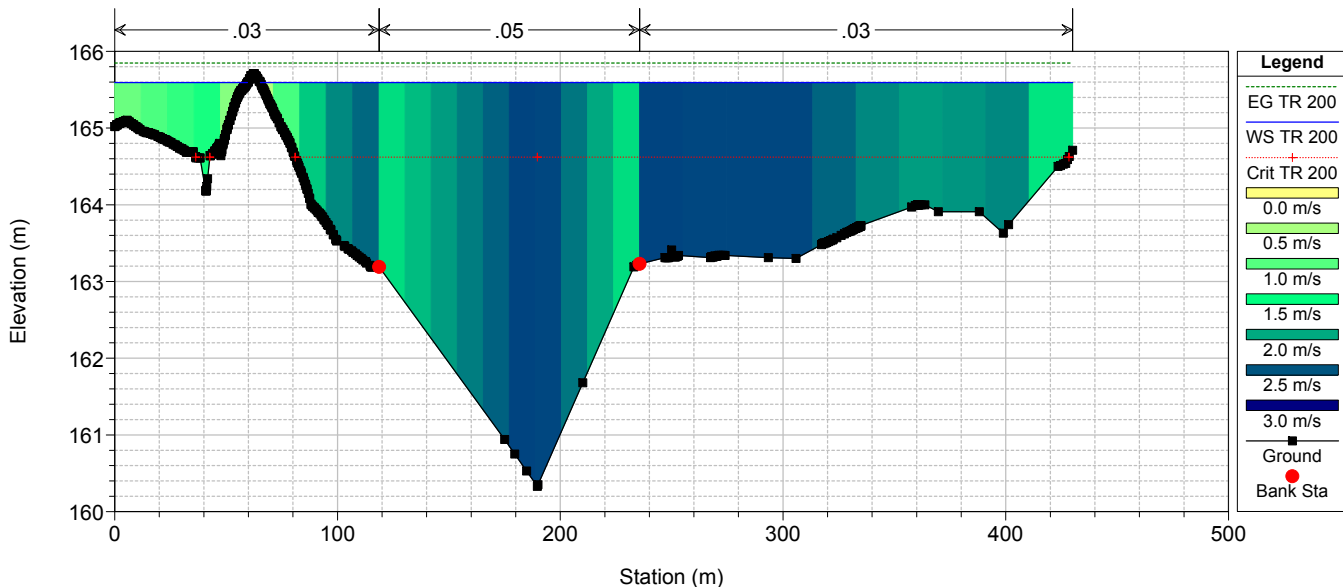
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



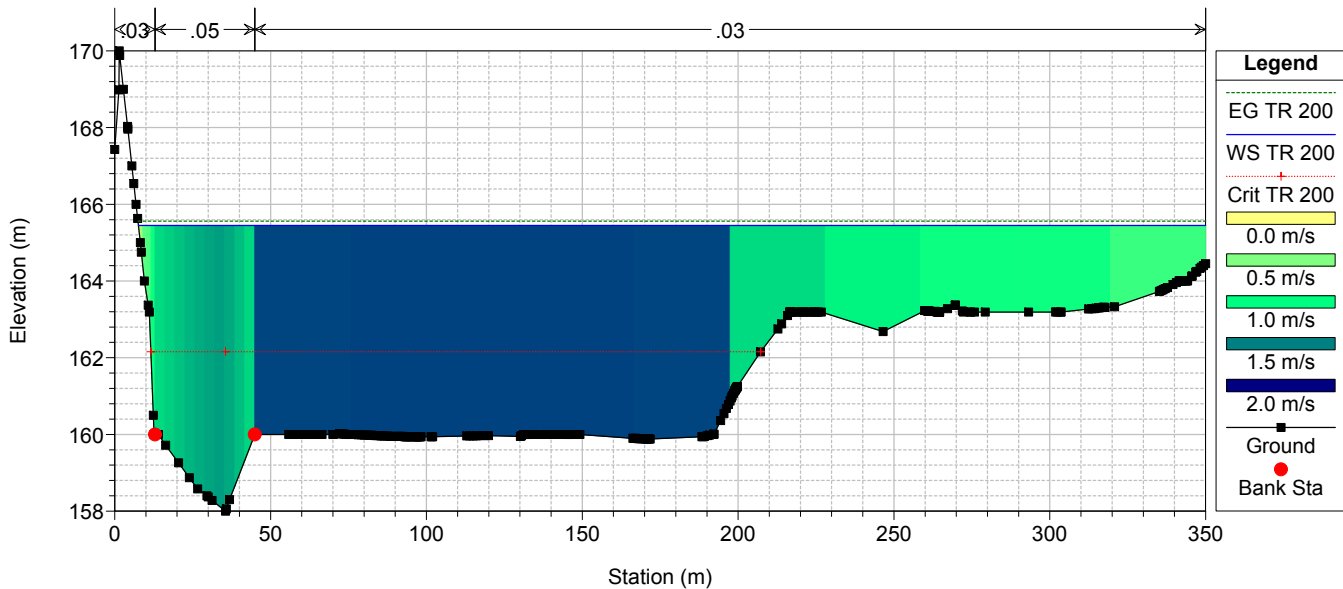
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

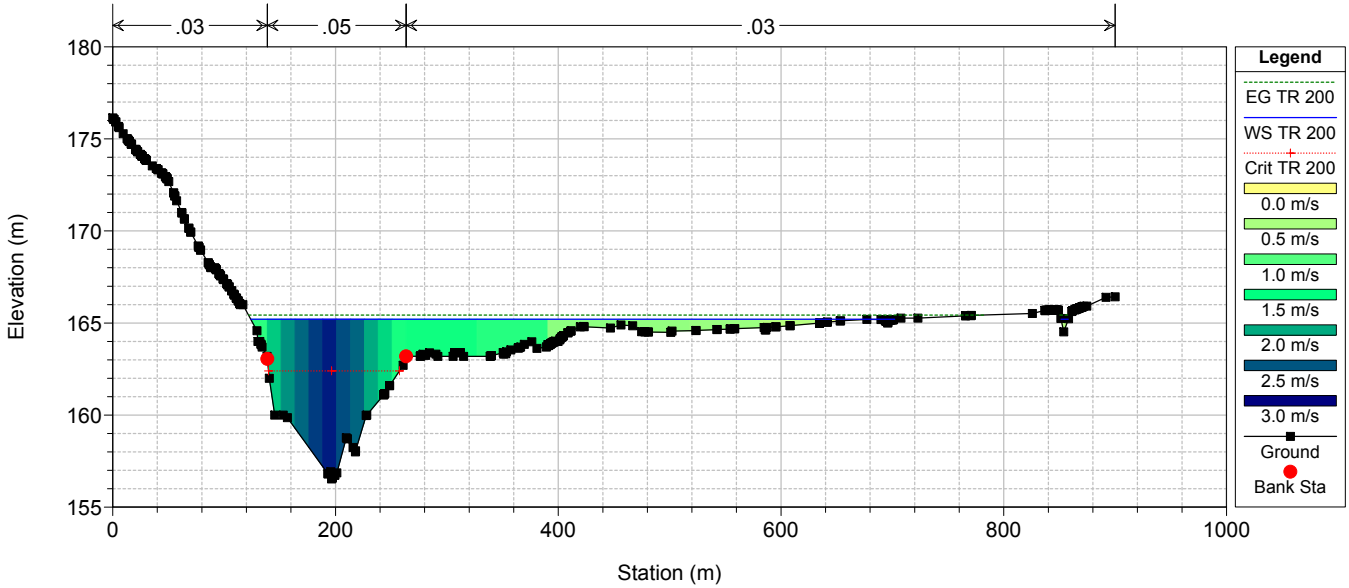


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



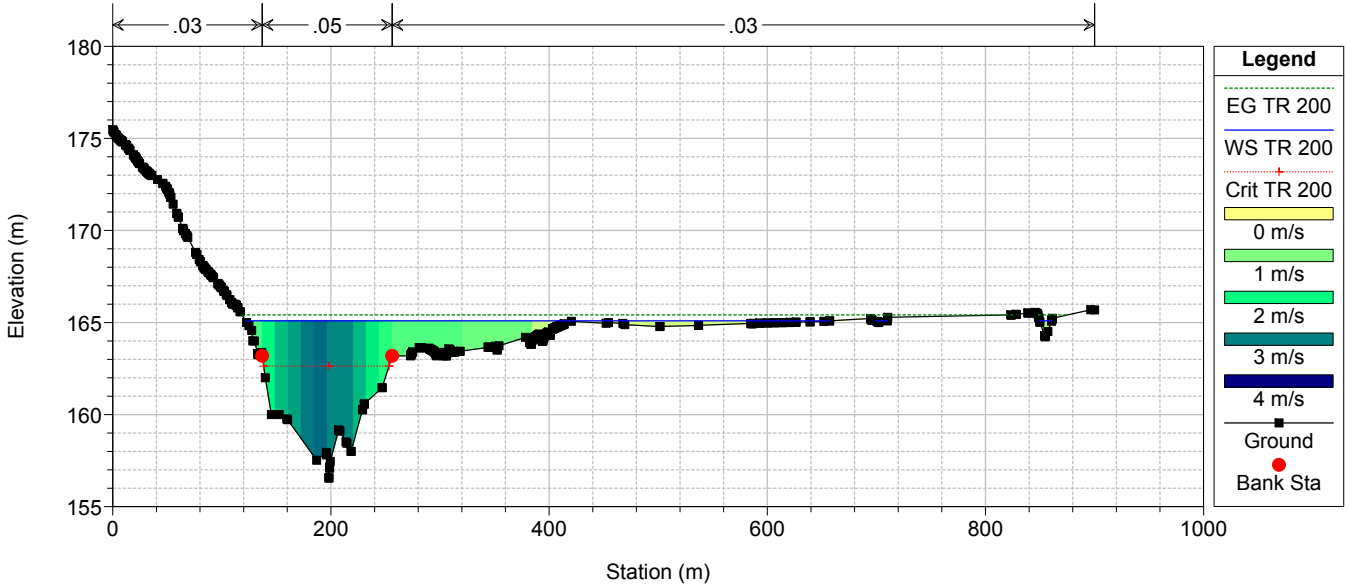
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

Ponte SS597_M.5



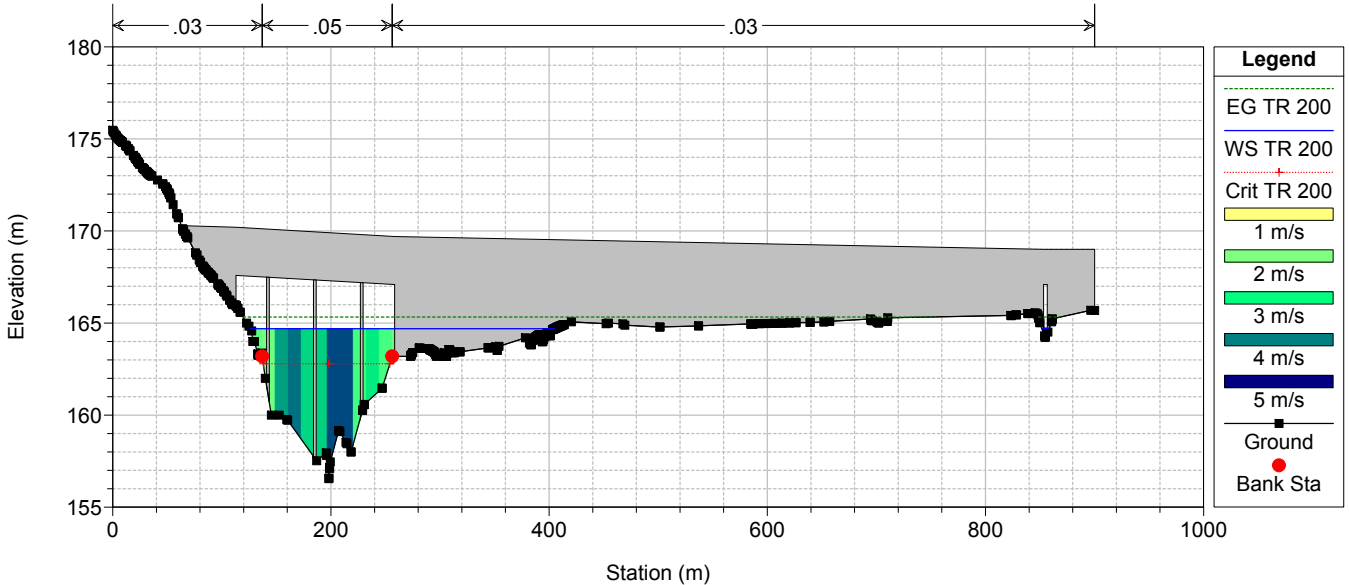
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

Ponte SS597_M.4

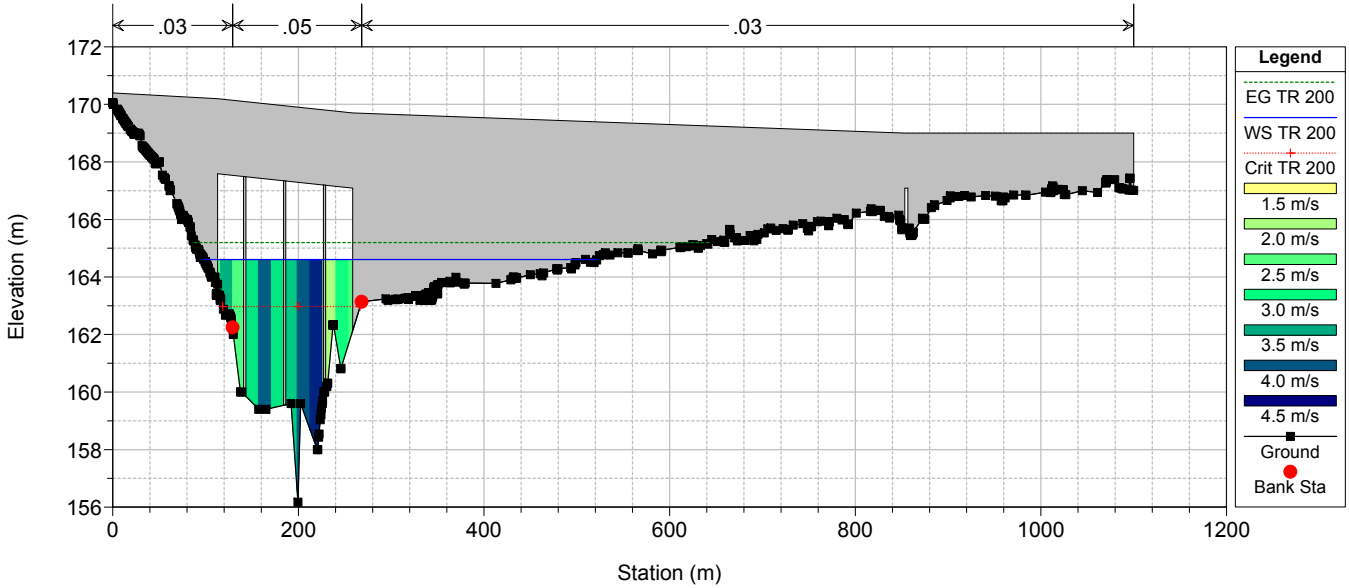


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

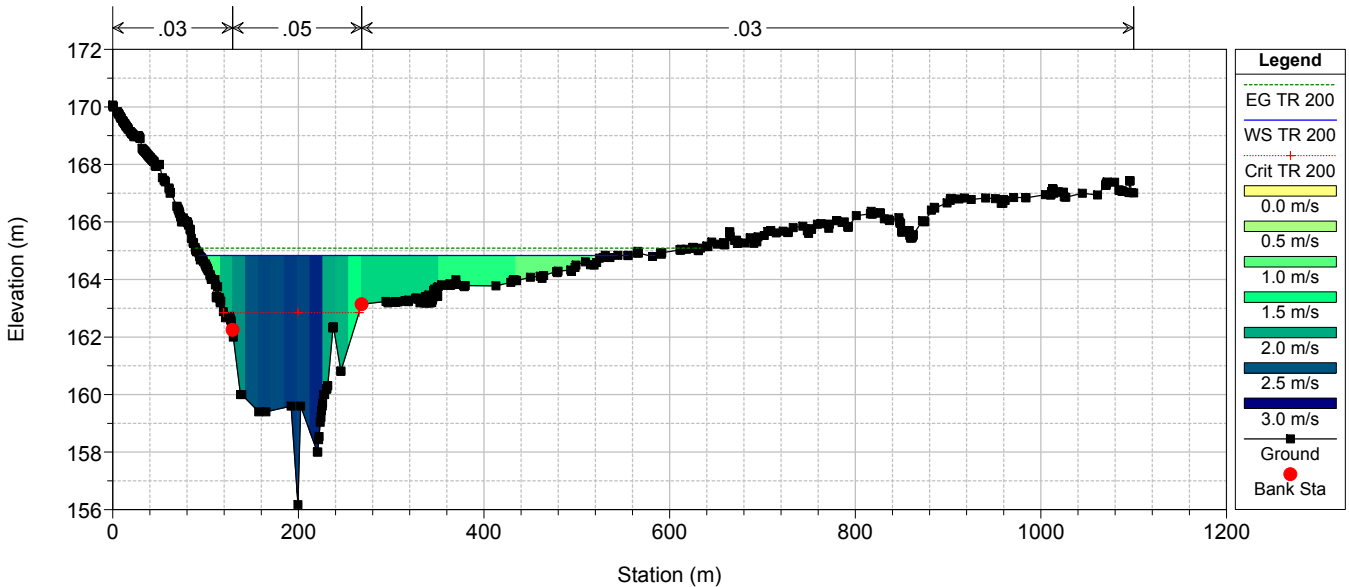
NUOVO PONTE SS597



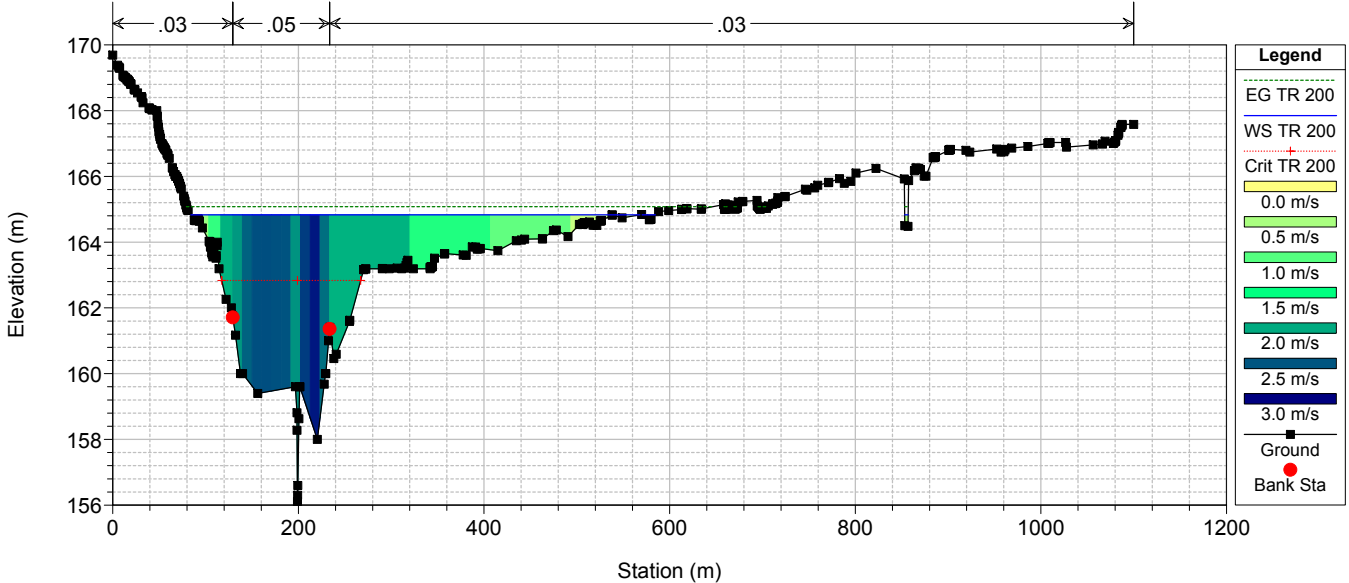
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
 NUOVO PONTE SS597



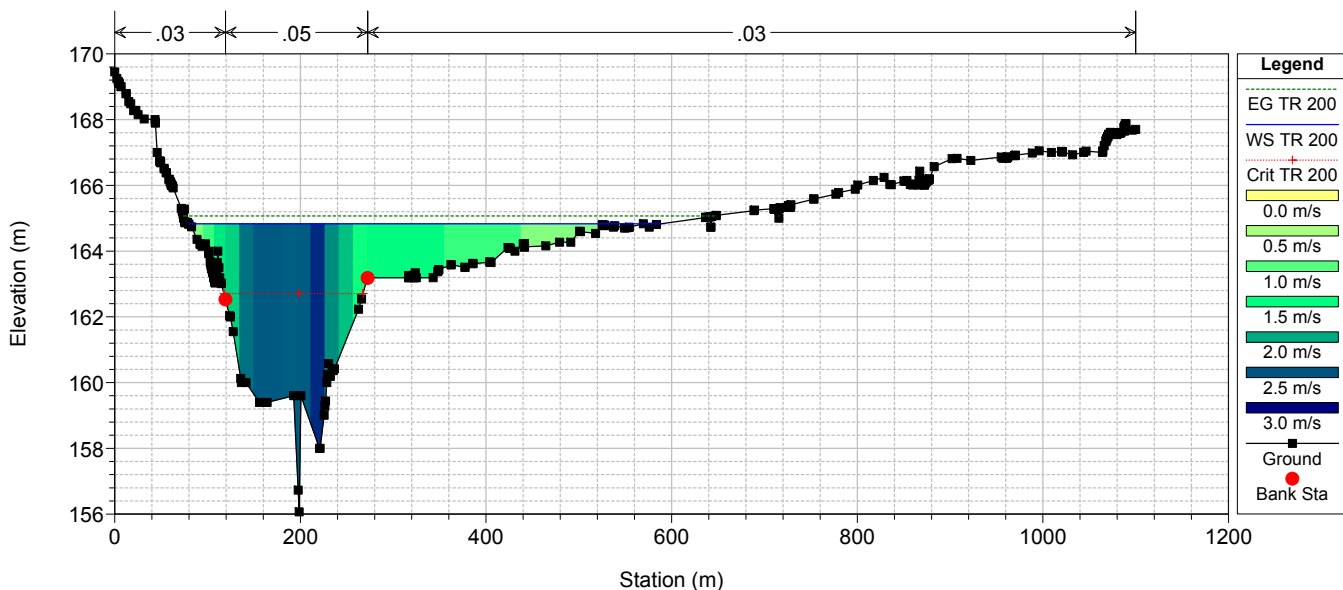
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



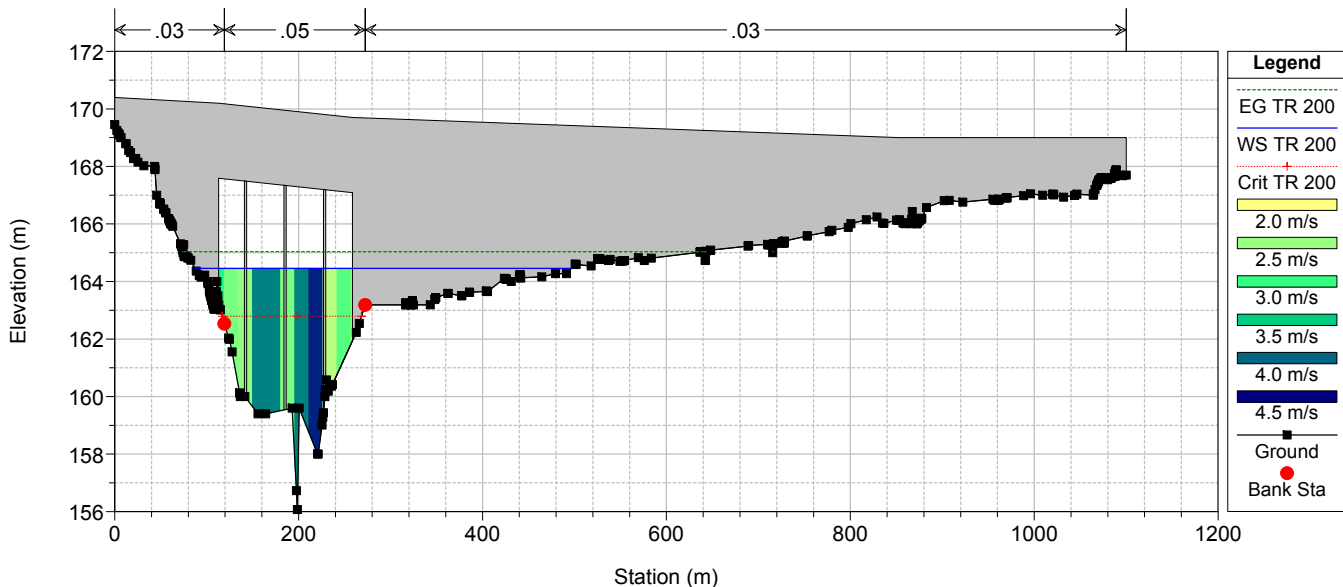
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
 Ponte SS597_V.2



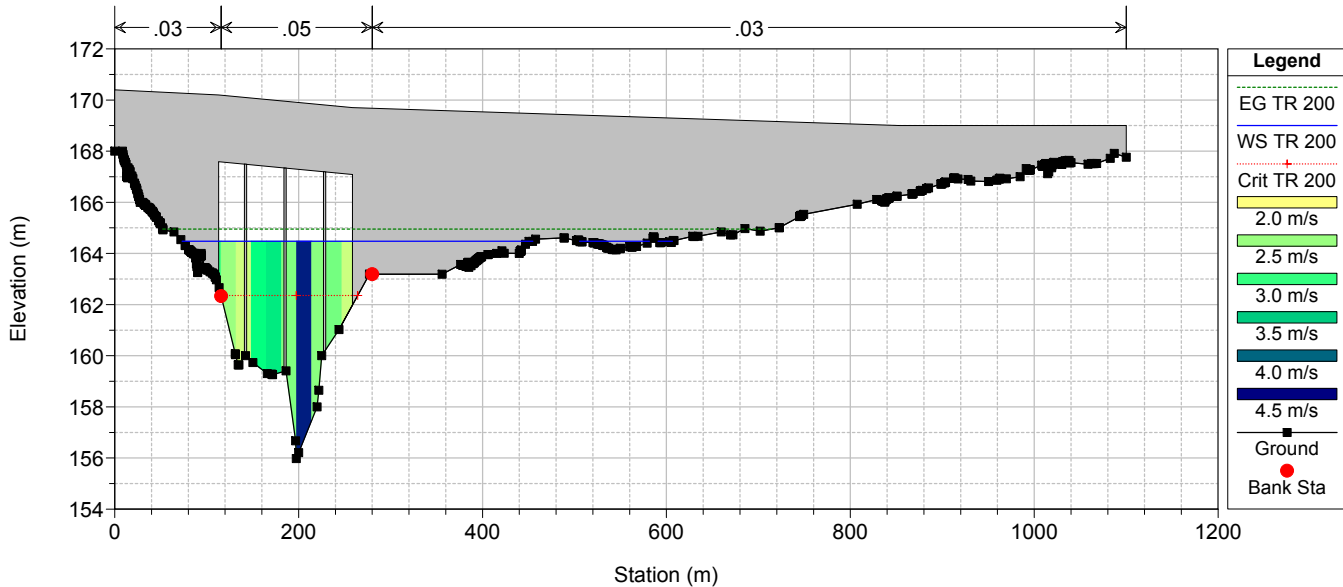
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



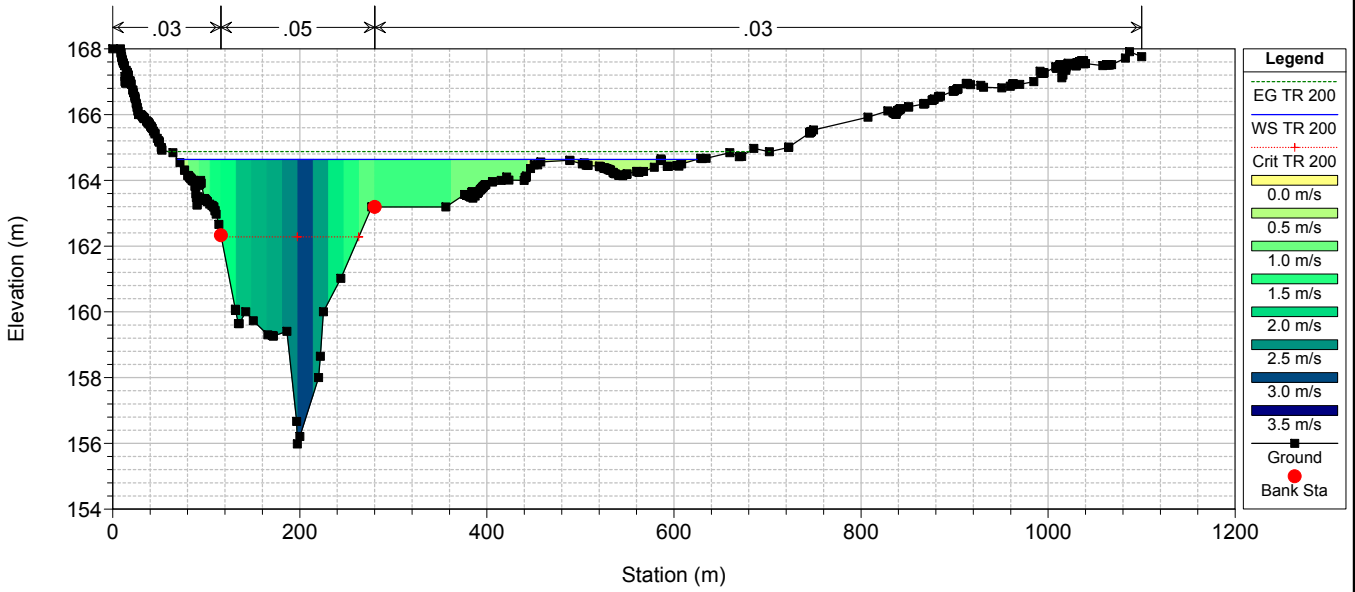
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
PONTE Viab. SV7



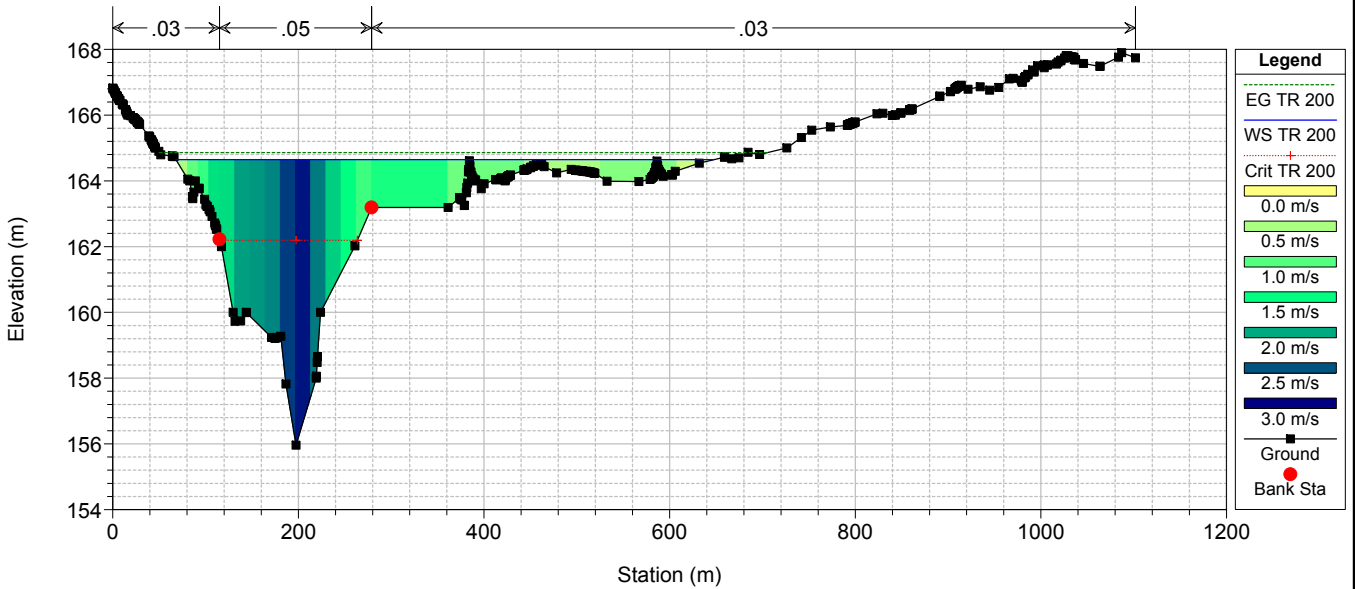
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
PONTE Viab. SV7



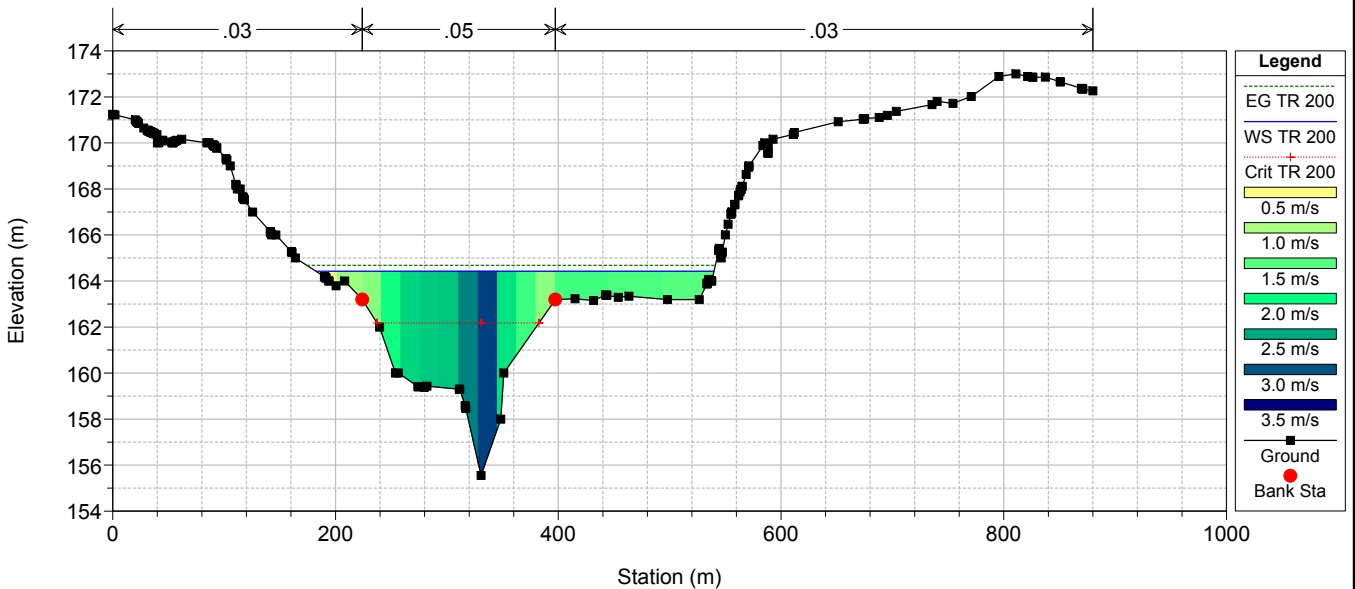
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



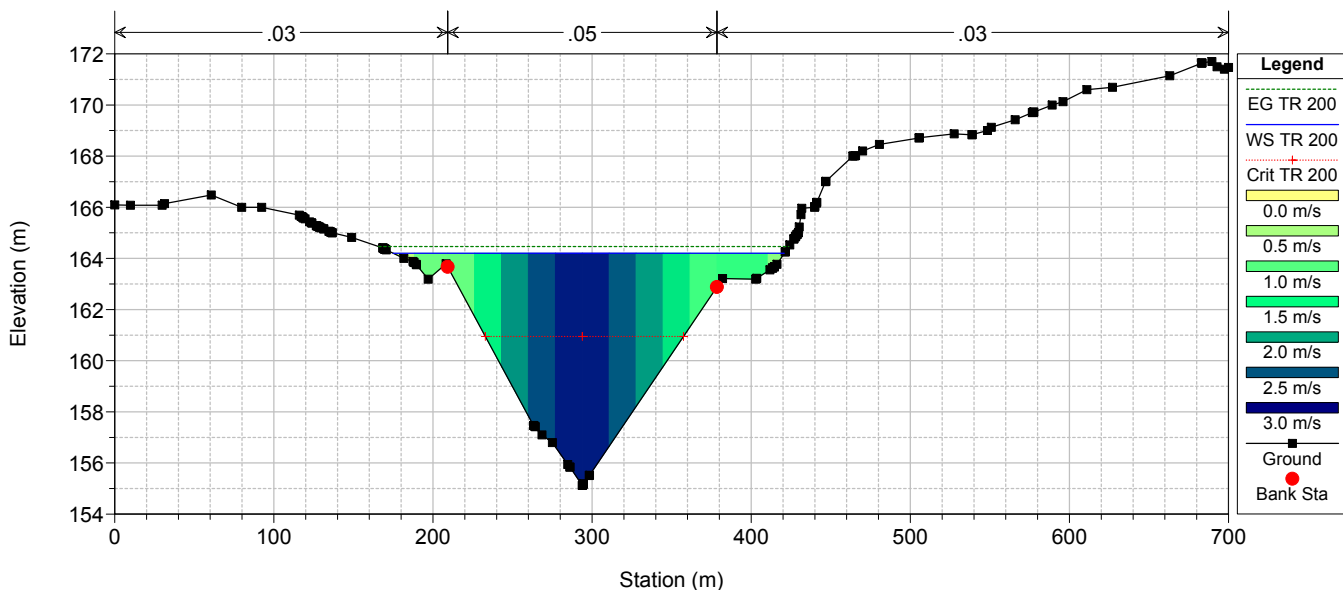
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



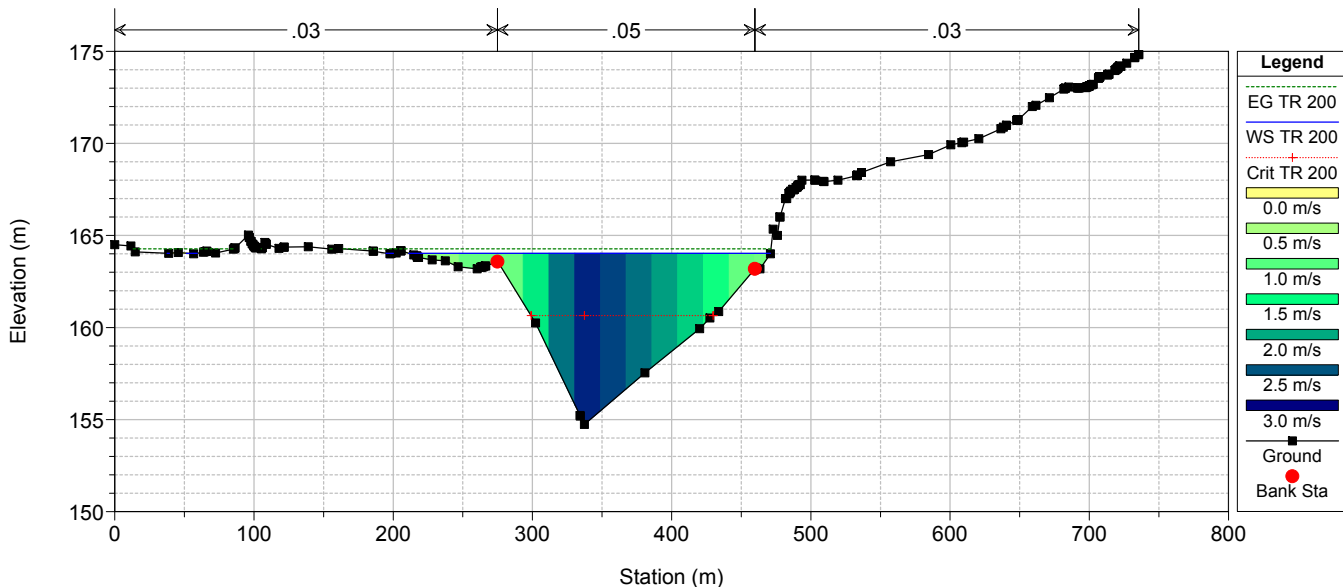
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



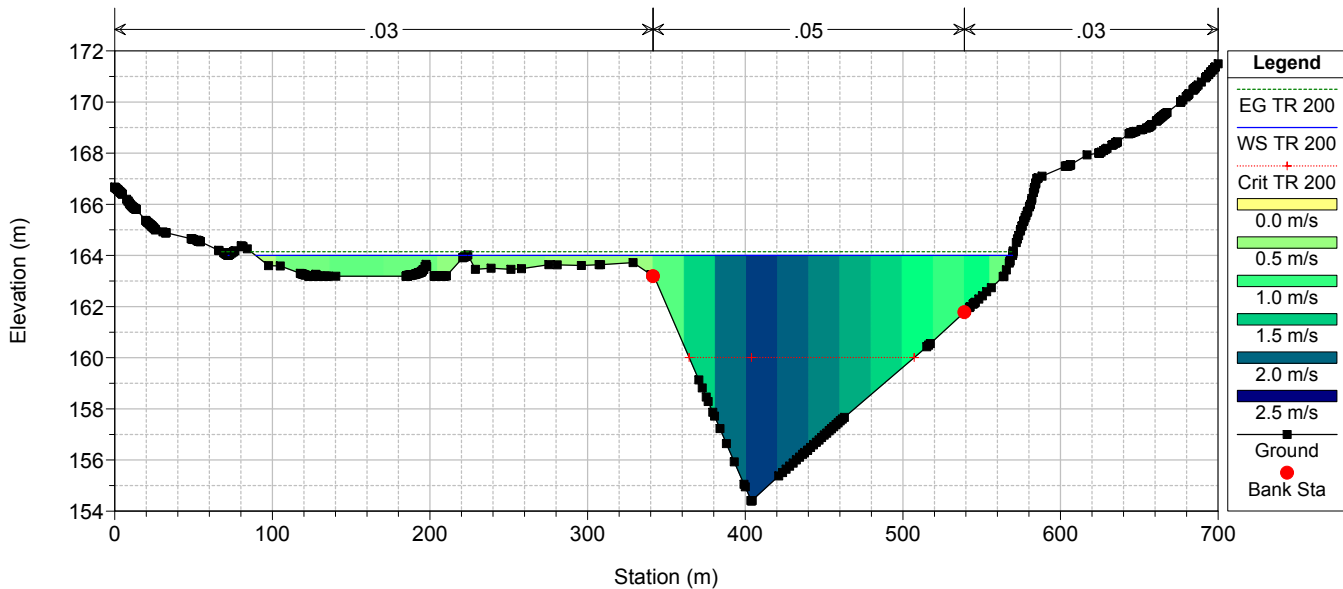
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



ALLEGATO 3.4

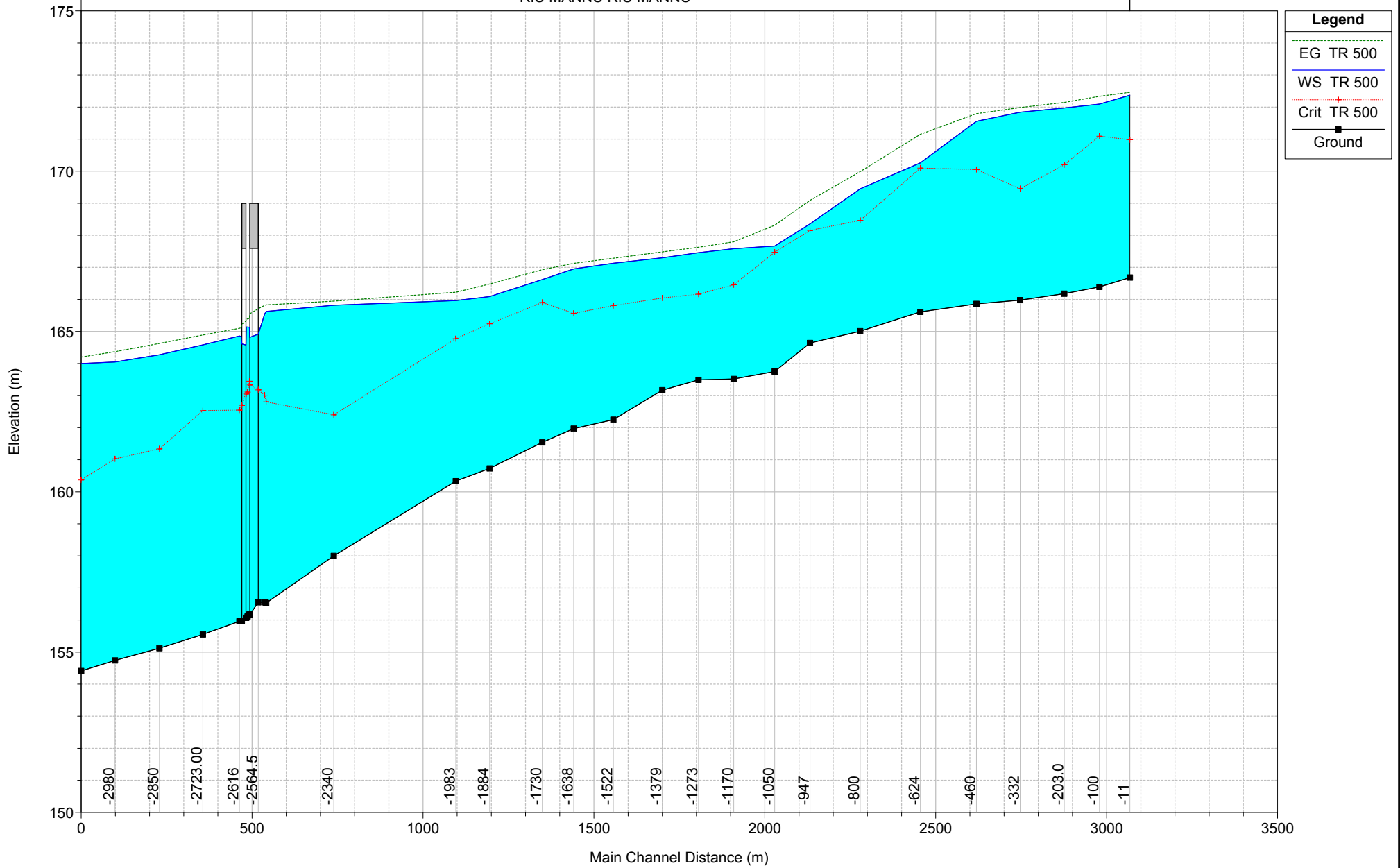
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam –
Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: POST_(164) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

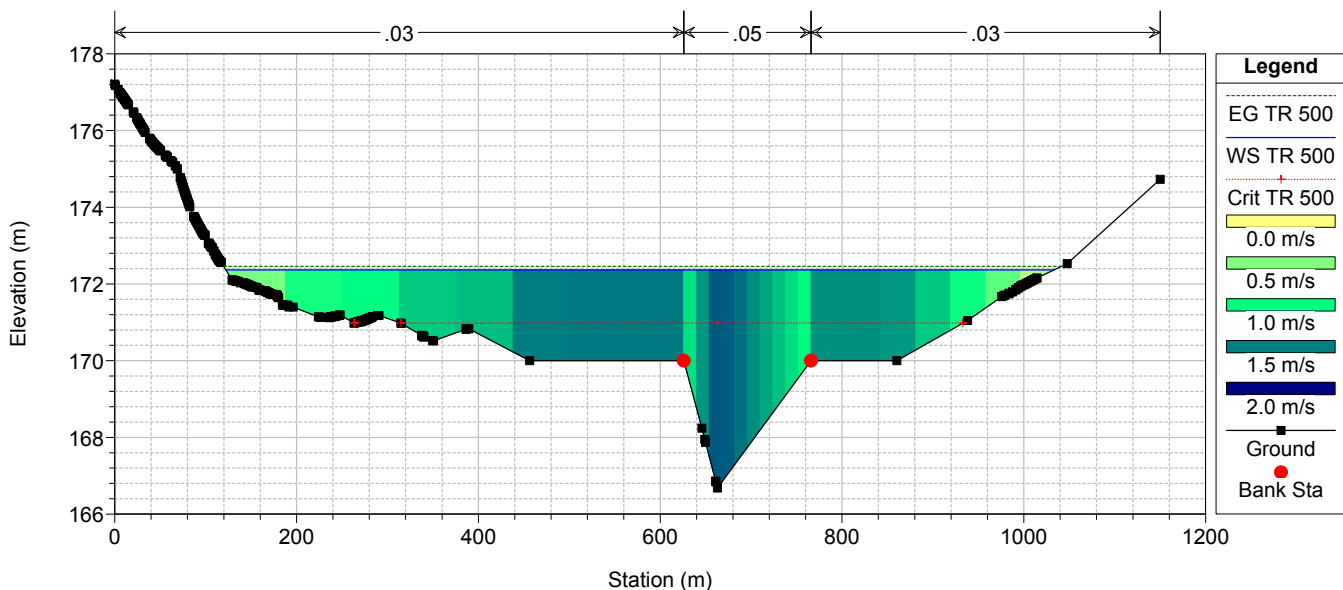
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.88	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.81	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.1	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	168.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.8	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.91	167.66	167.47	0.19	0.64	168.31	3.7	3.6	3.3	219.9	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.31	167.58	166.46	1.12	0.34	167.80	2.0	2.0	3.6	63.9	2.13
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.27	167.46	166.17	1.29	0.28	167.63	1.7	1.8	3.7	46.5	2.37
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.13	167.30	166.05	1.25	0.31	167.48	1.9	1.9	3.7	54.5	2.23
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.88	167.13	165.81	1.32	0.27	167.28	1.6	1.7	3.4	39.7	2.41
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.98	166.95	165.57	1.38	0.31	167.13	1.8	1.8	3.5	51.8	2.53
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.08	166.62	165.91	0.71	0.41	166.93	2.5	2.5	3.7	100.2	2.22
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.36	166.09	165.24	0.85	0.43	166.48	2.7	2.8	4.0	110.9	2.62
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.64	165.97	164.78	1.19	0.34	166.22	2.2	2.2	4.2	72.1	2.56
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.82	165.82	162.40	3.42	0.16	165.95	1.3	1.6	6.8	23.3	4.48
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	9.10	165.63	162.80	2.83	0.29	165.83	2.2	1.8	6.1	67.8	1.91
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	9.00	165.55	163.01	2.54	0.33	165.82	2.6	2.0	5.9	89.4	1.61
RIU MANNU	-2564.5		Bridge												
RIU MANNU	-2587	TR 500	2431.0	156.17	8.96	165.13	163.45	1.68	0.36	165.41	2.5	2.1	5.0	92.6	2.06
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	9.03	165.14	163.11	2.03	0.34	165.39	2.6	2.1	5.4	91.7	1.91
RIU MANNU	-2596	TR 500	2431.0	156.07	9.07	165.14	163.05	2.09	0.34	165.38	2.4	2.0	4.9	81.4	2.05
RIU MANNU	-2603.5		Bridge												
RIU MANNU	-2611	TR 500	2431.0	155.98	8.87	164.85	162.65	2.20	0.35	165.11	2.5	2.1	4.9	87.7	1.89
RIU MANNU	-2616	TR 500	2431.0	155.96	8.90	164.86	162.55	2.31	0.33	165.10	2.3	2.0	5.0	79.0	1.89
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	9.03	164.58	162.53	2.05	0.38	164.89	2.6	2.4	4.6	97.6	2.79
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	9.15	164.27	161.34	2.93	0.37	164.63	2.7	2.6	5.2	99.7	3.80
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	9.31	164.05	161.03	3.02	0.36	164.37	2.5	2.5	5.1	92.0	3.41
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	9.59	164.00	160.37	3.63	0.27	164.20	2.0	1.9	5.6	56.9	2.71

RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

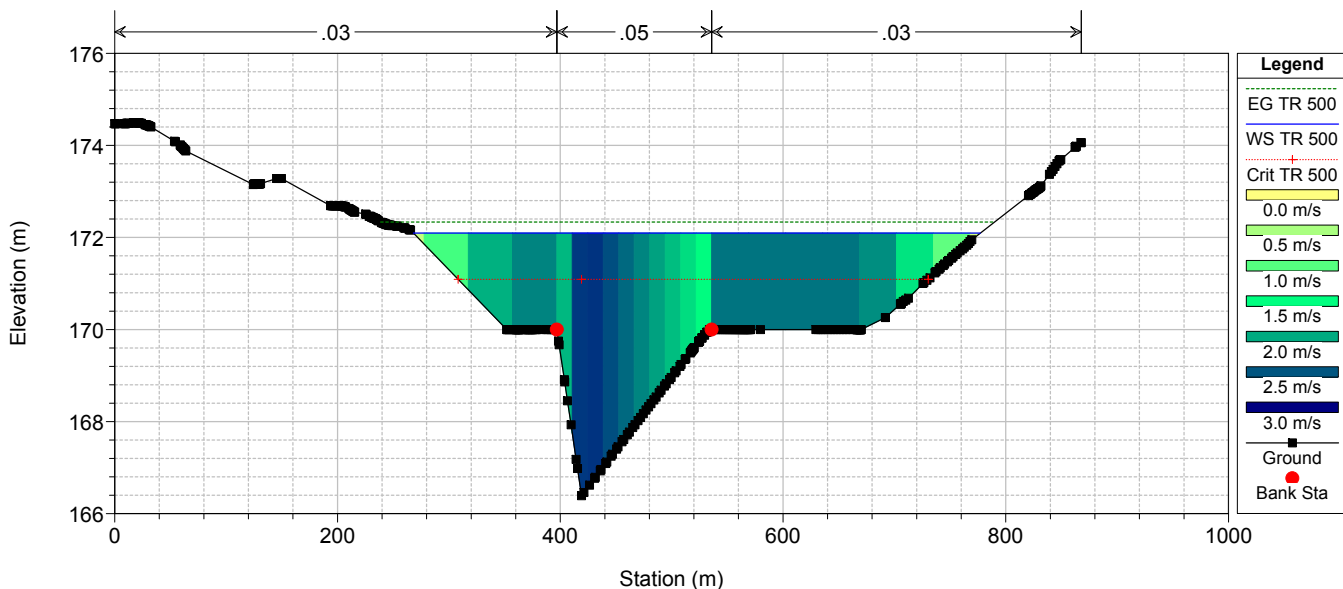
RIU MANNU RIU MANNU



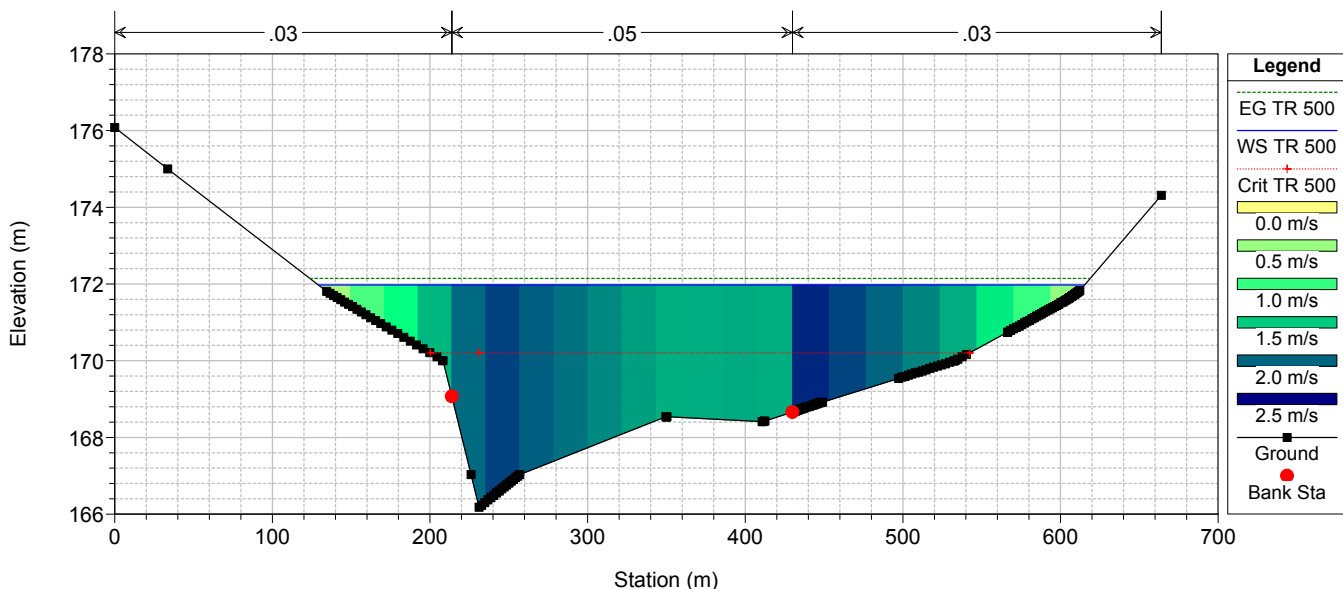
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



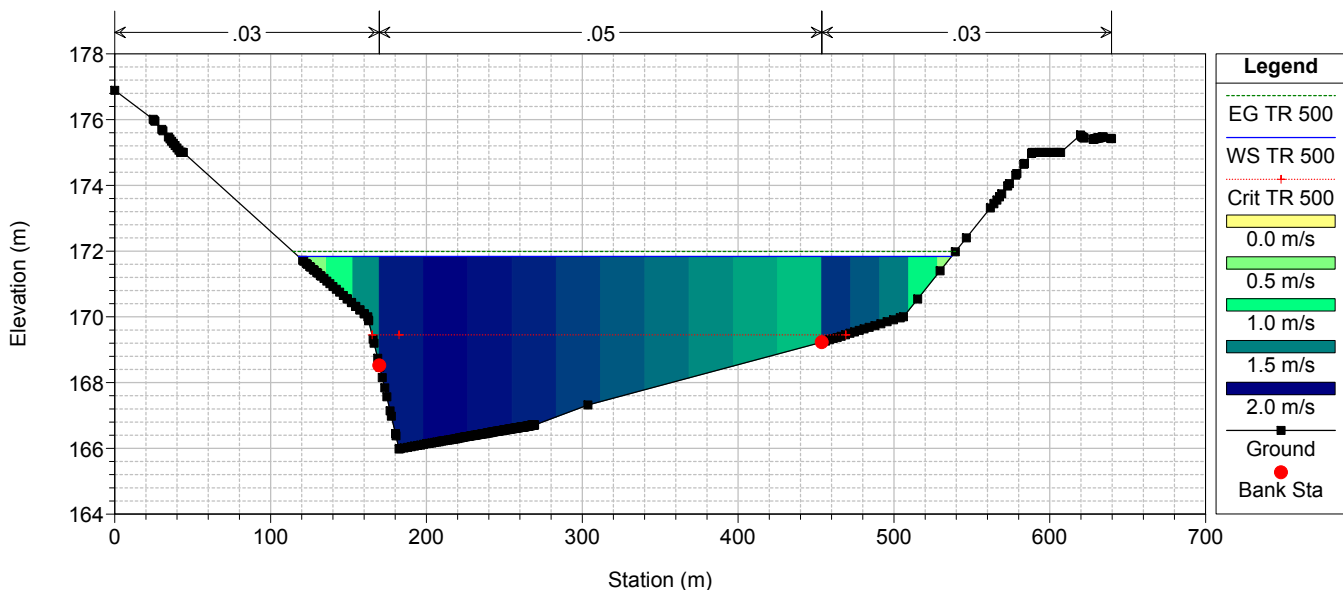
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



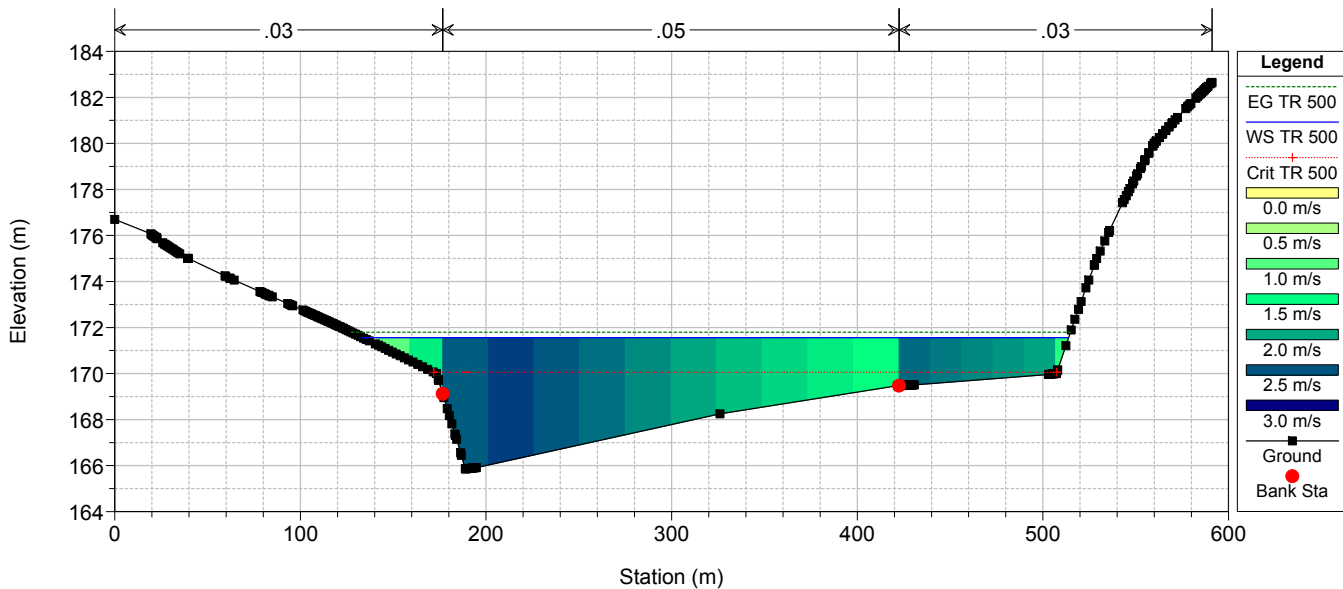
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



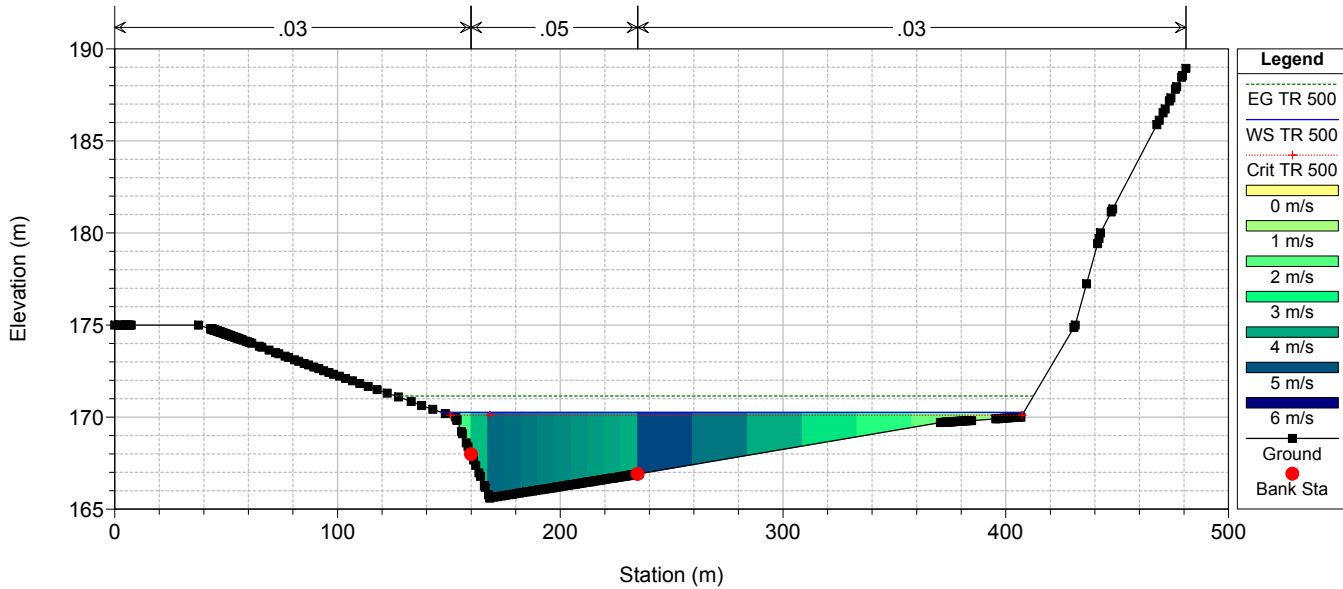
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



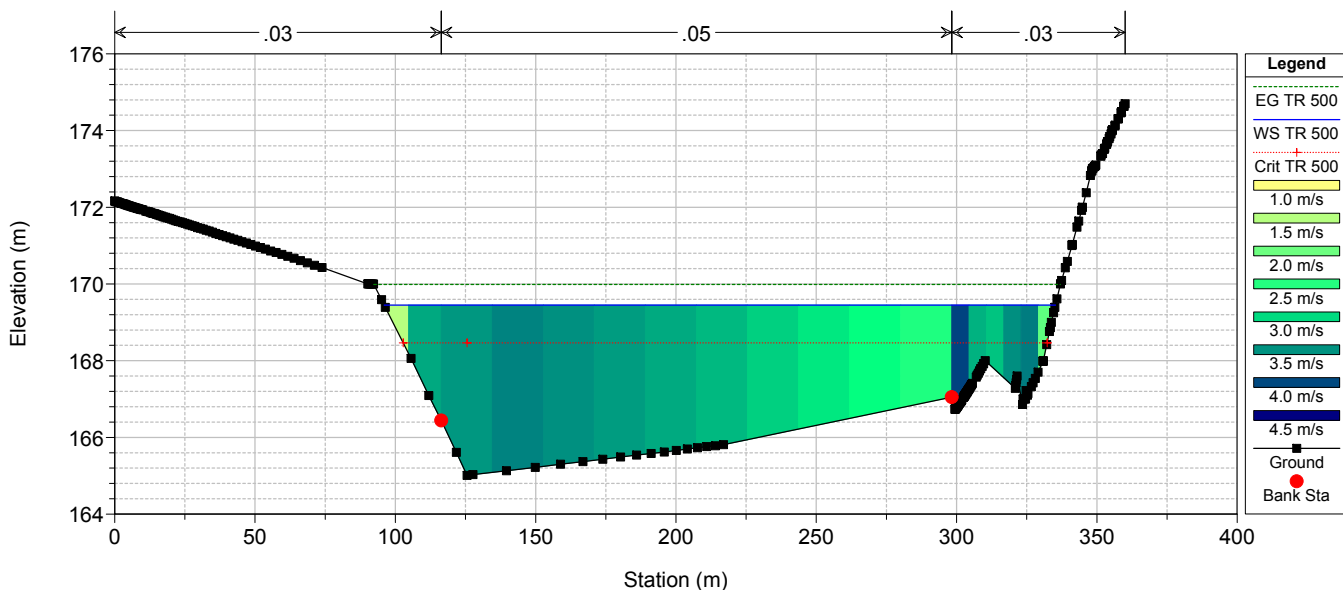
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



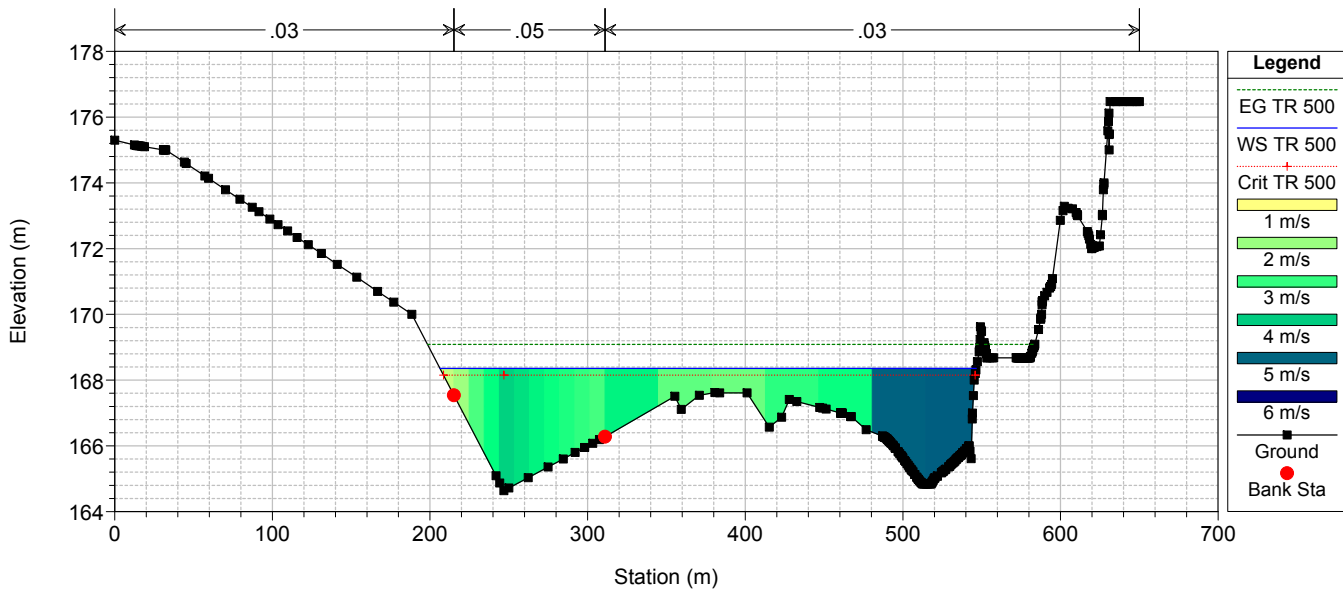
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



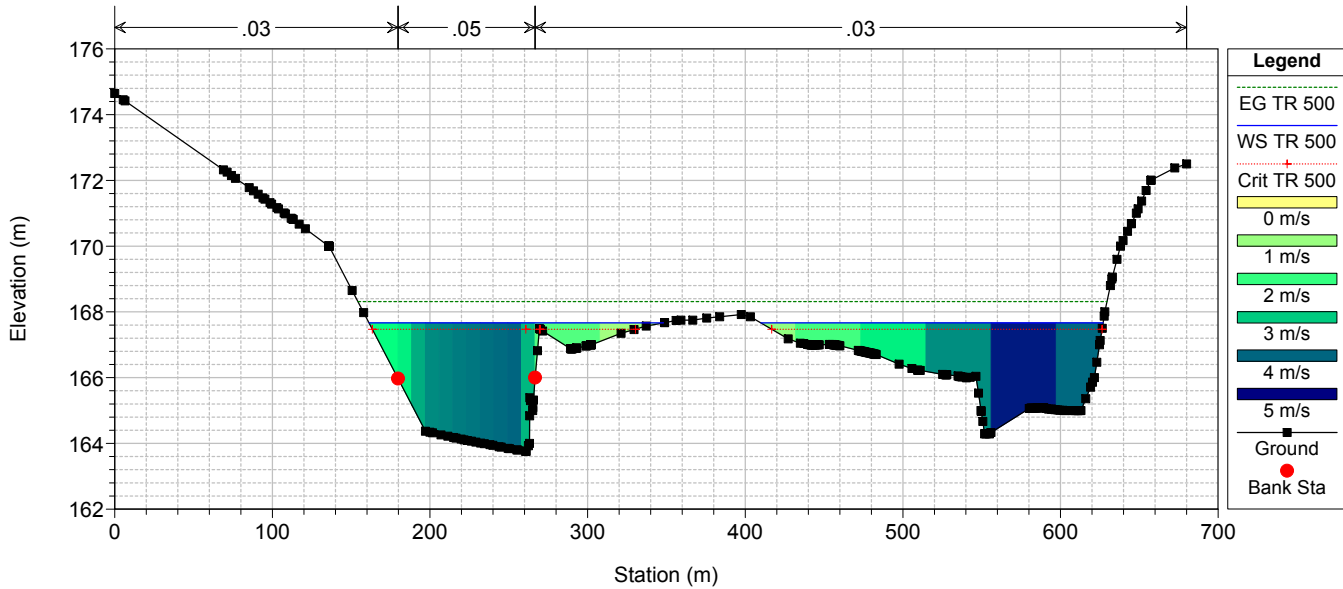
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



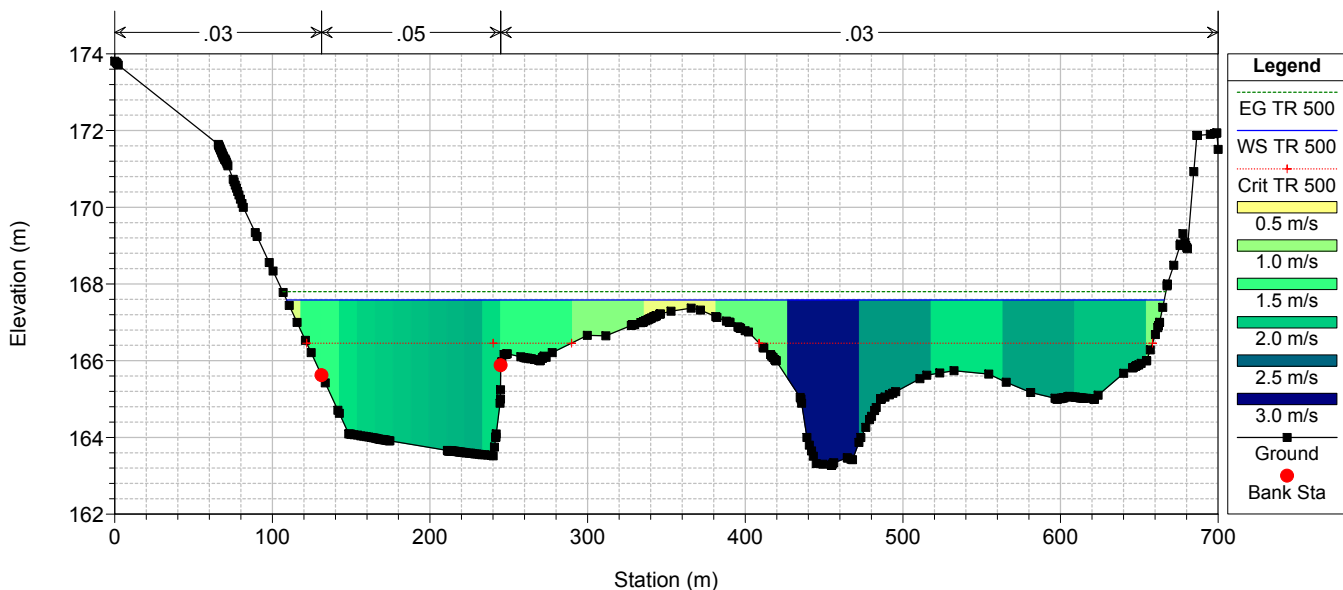
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



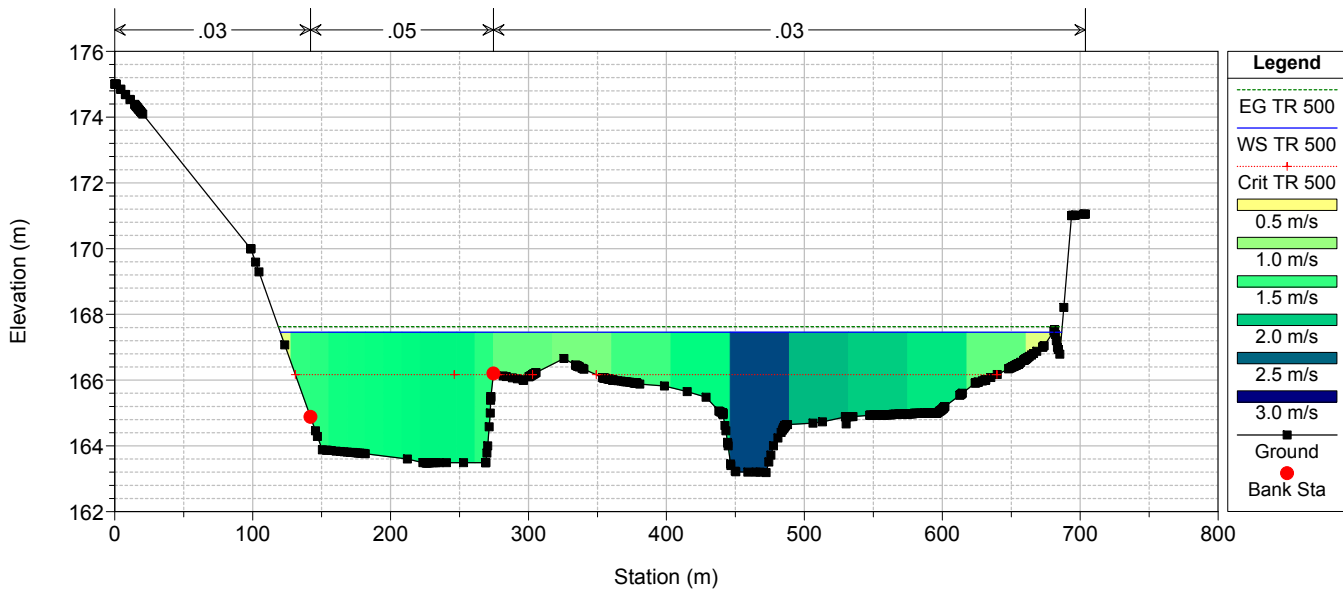
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



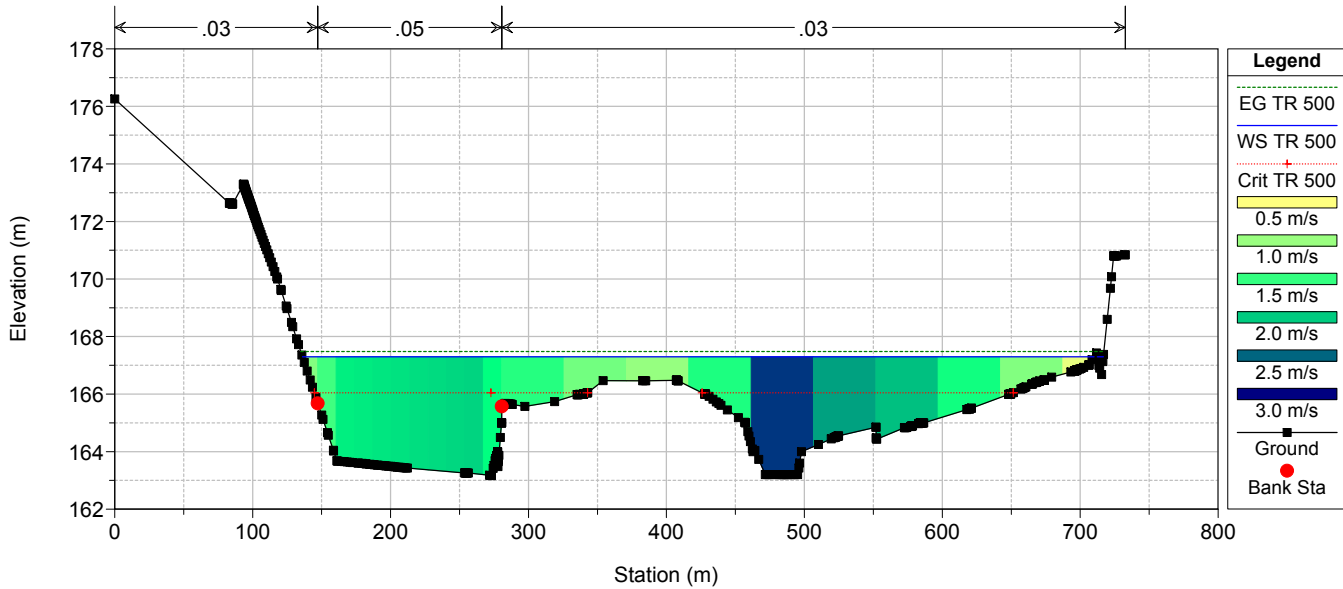
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



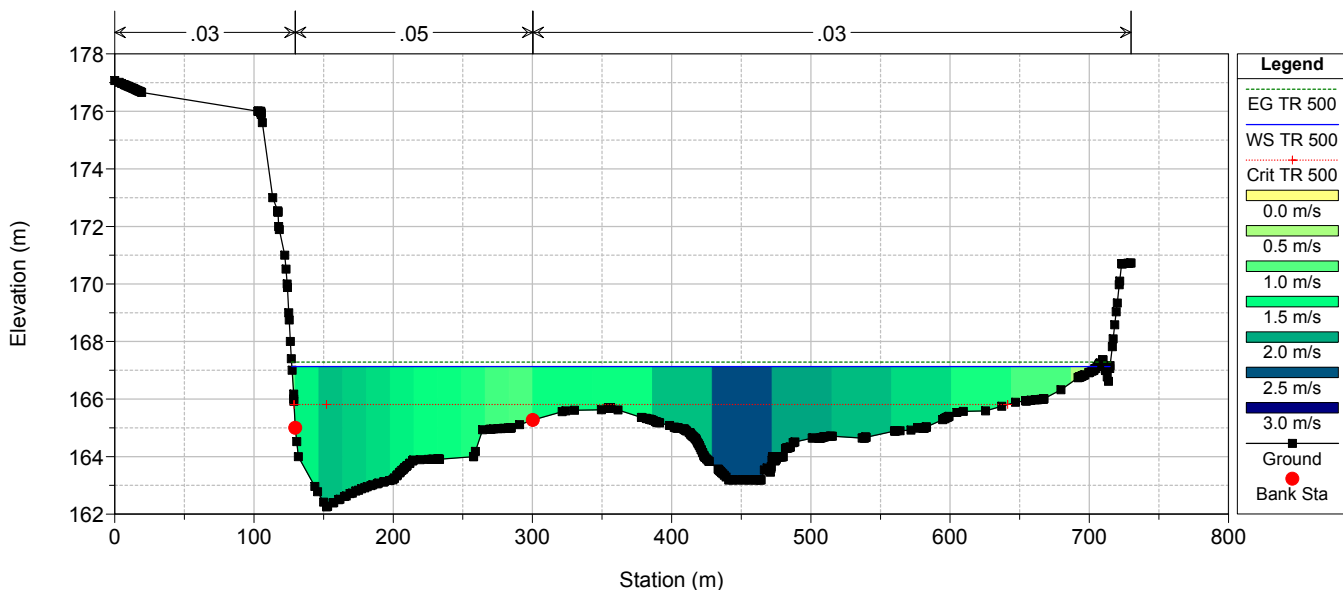
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



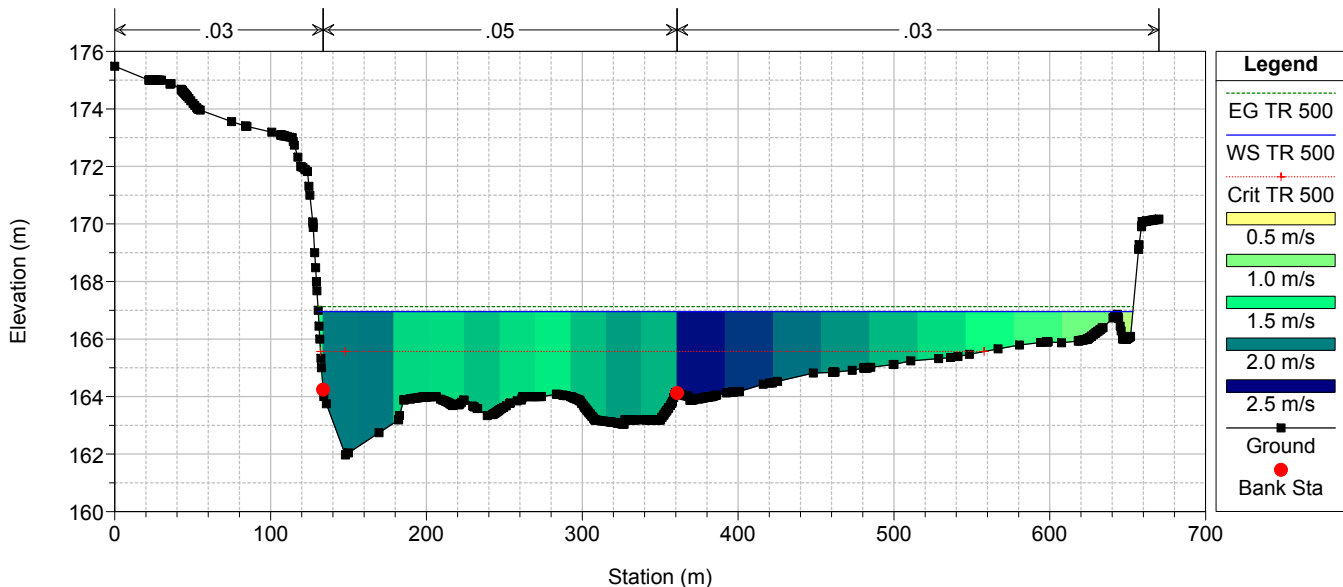
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



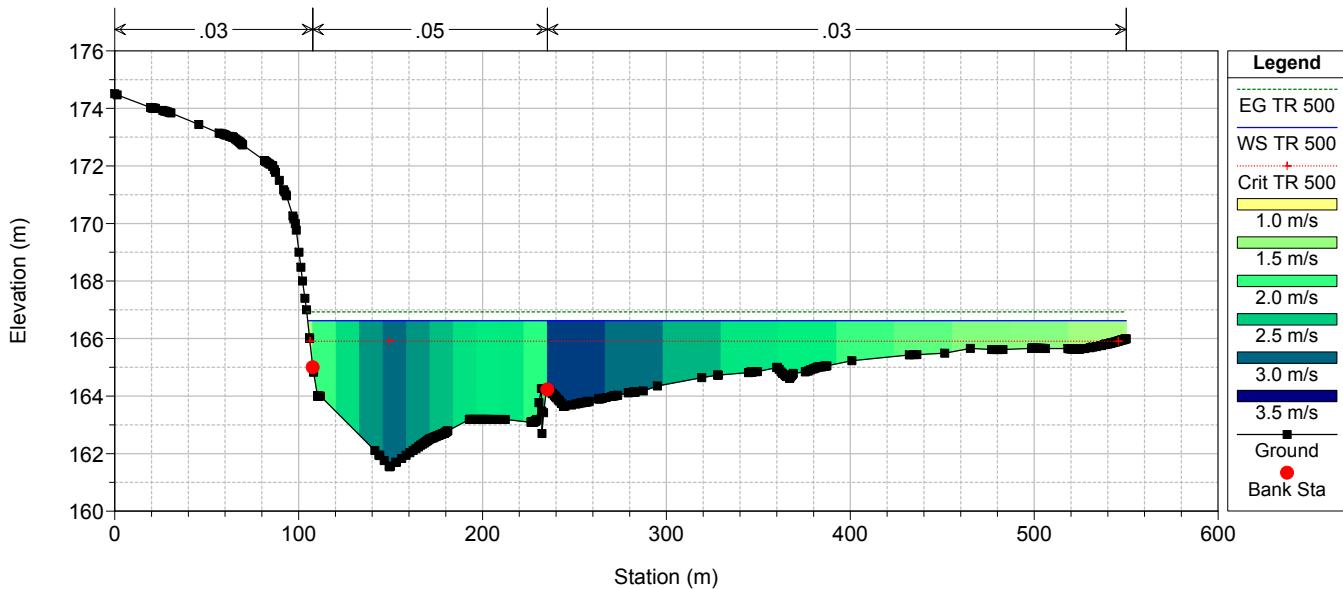
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



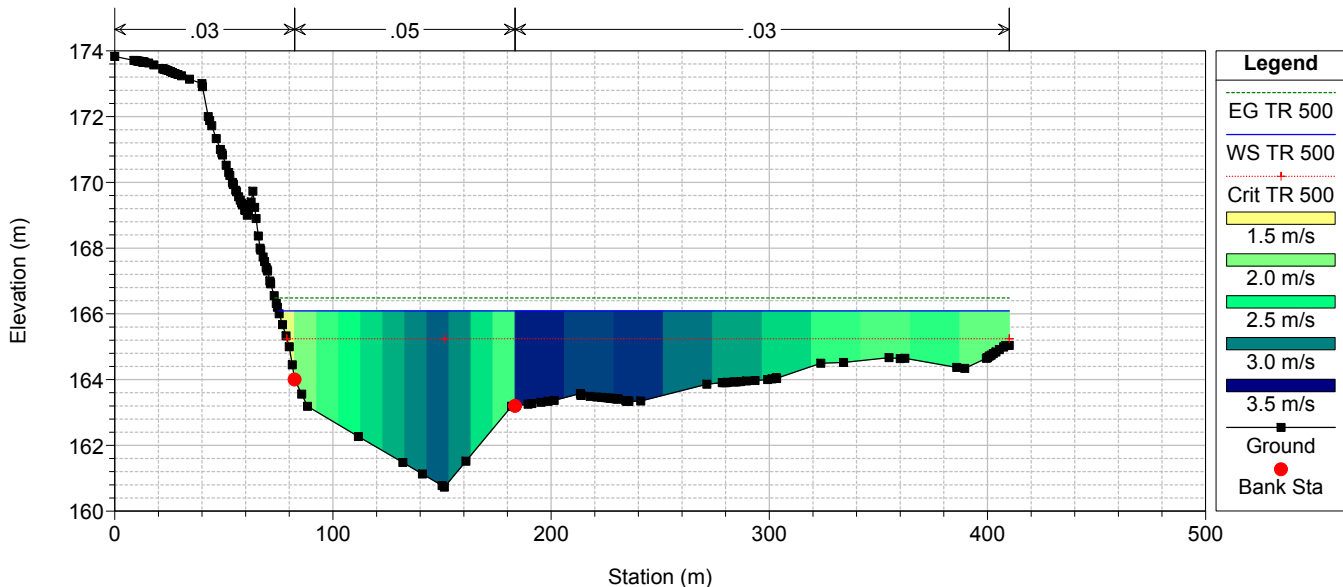
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



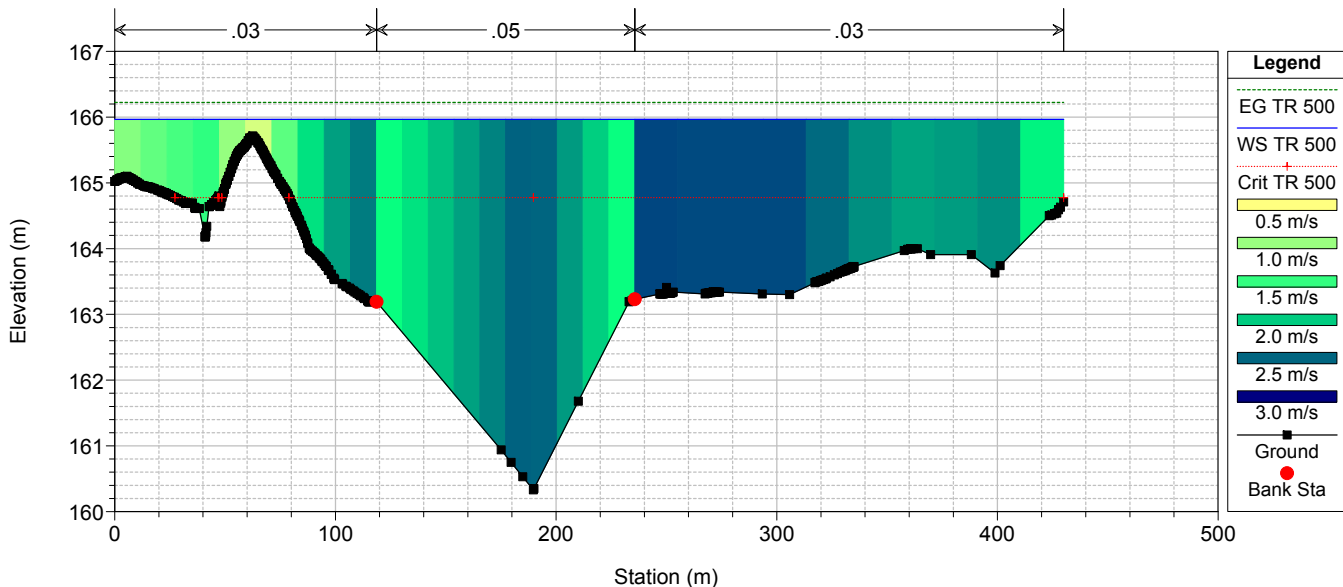
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



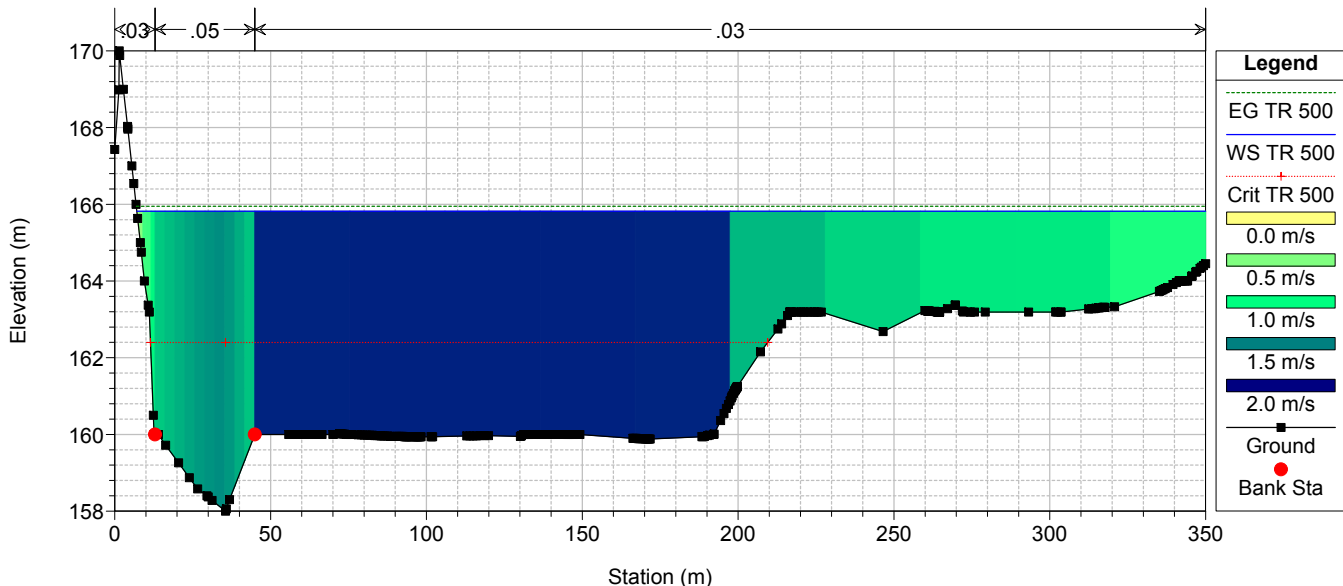
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

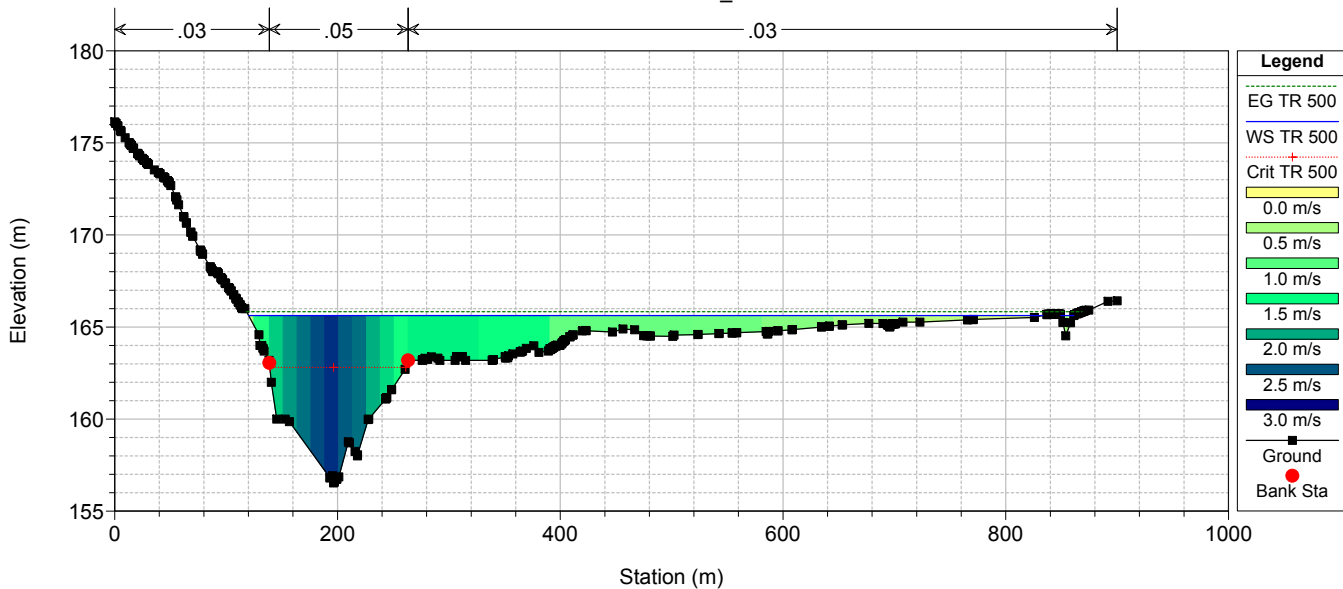


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



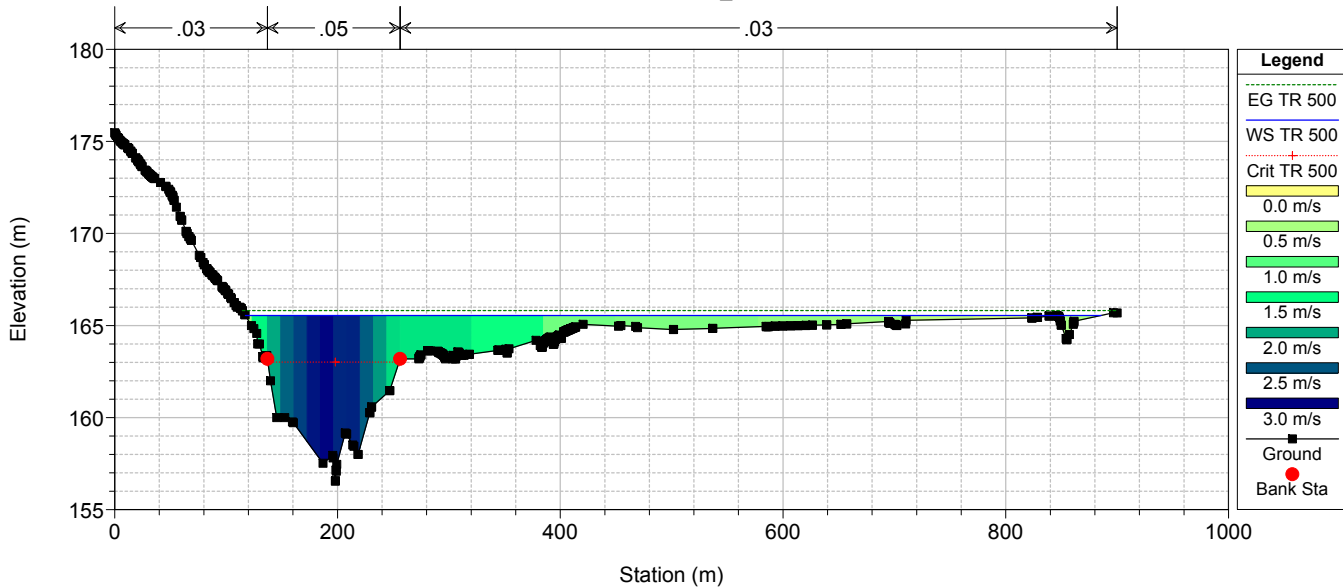
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

Ponte SS597_M.5



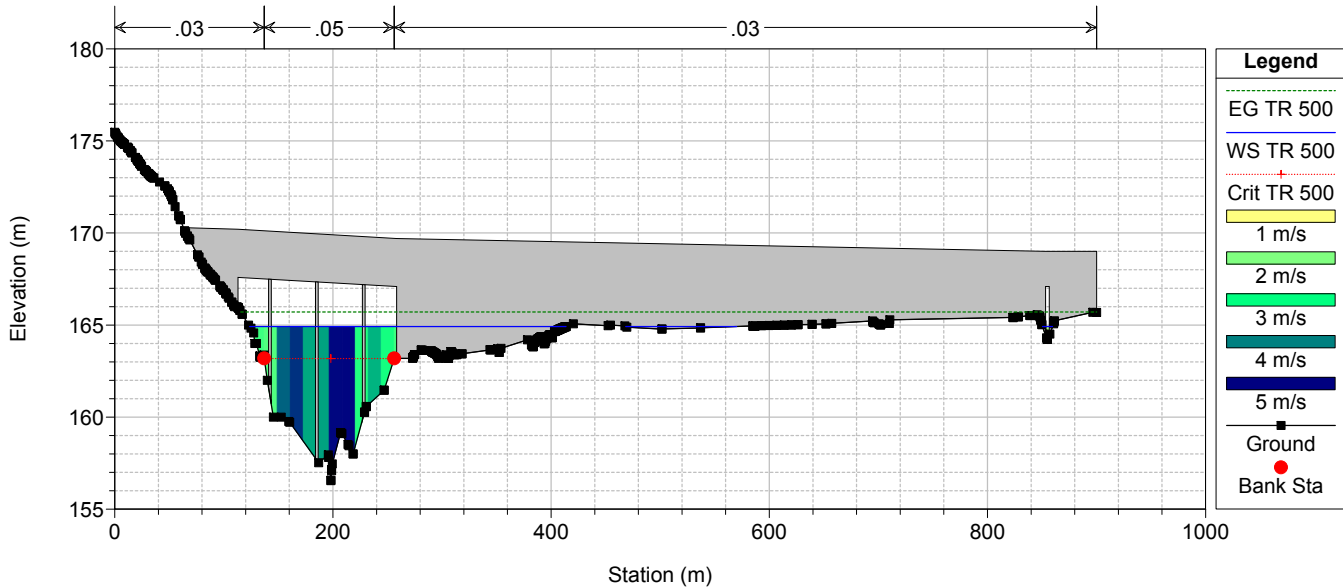
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

Ponte SS597_M.4

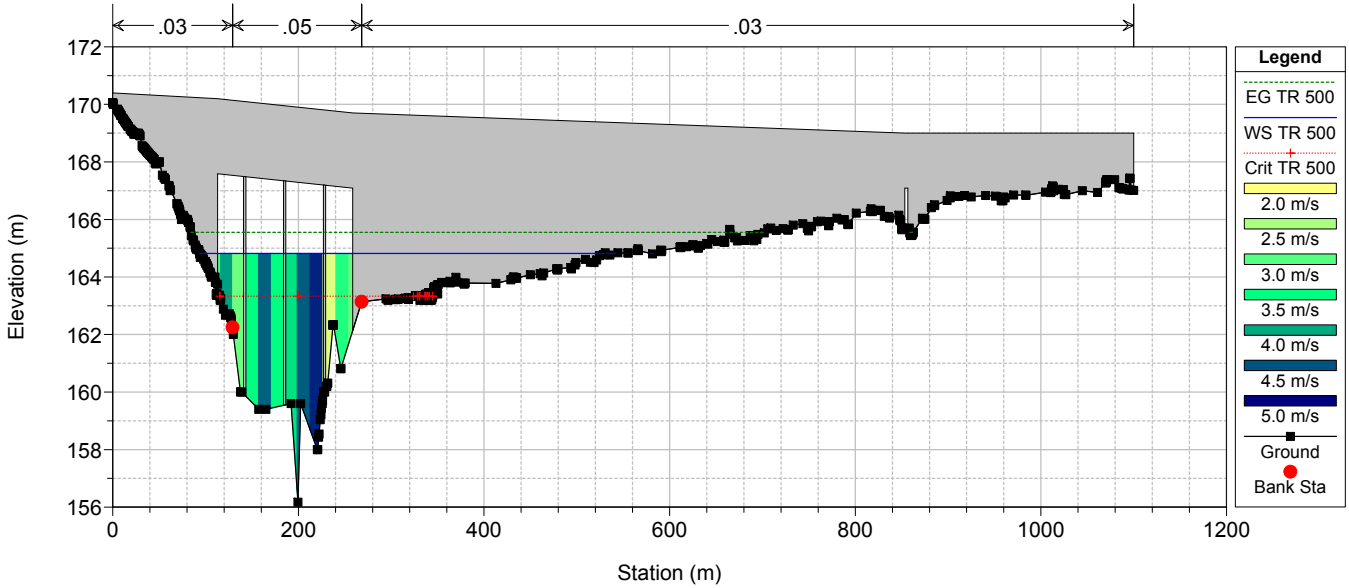


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)

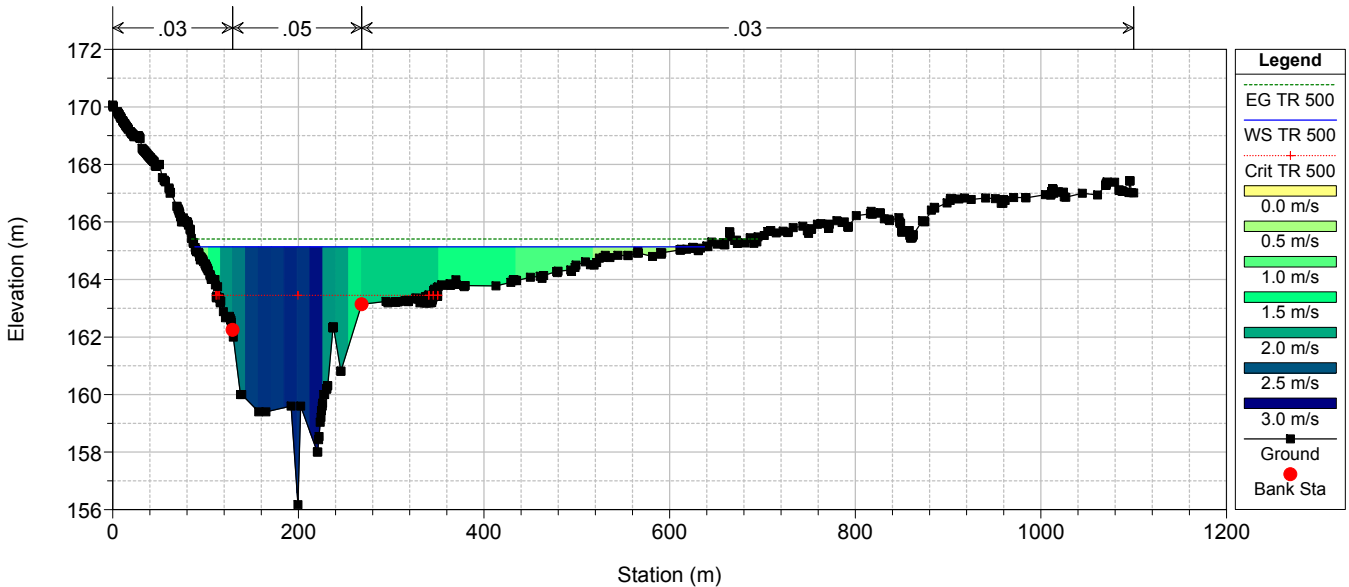
NUOVO PONTE SS597



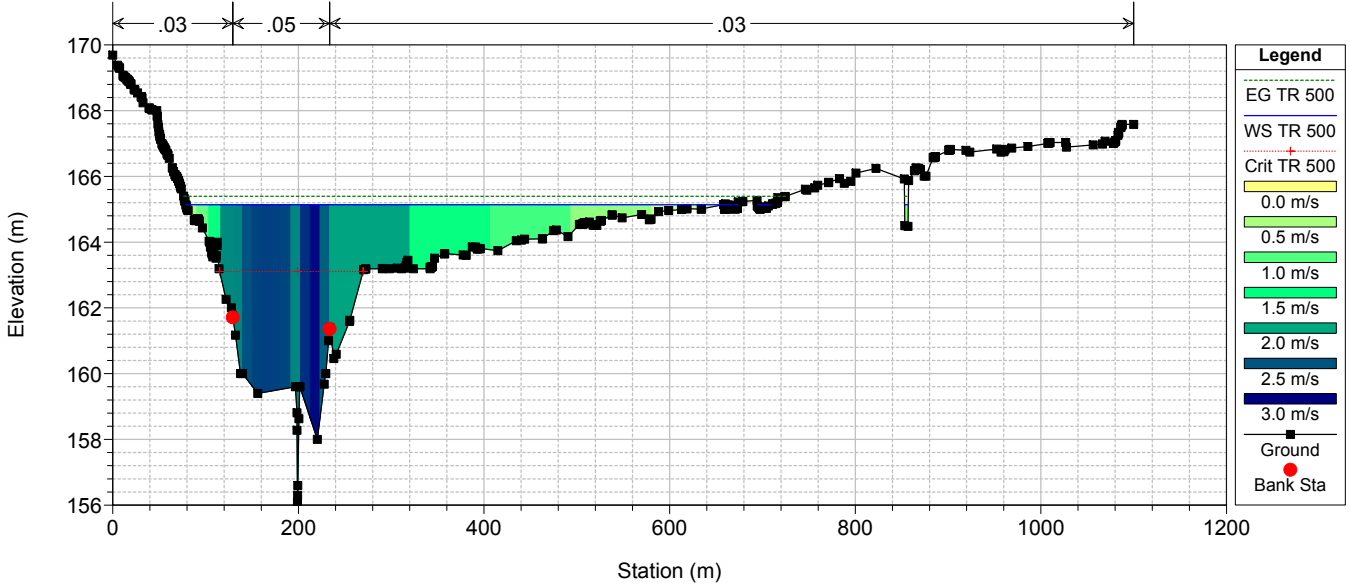
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
 NUOVO PONTE SS597



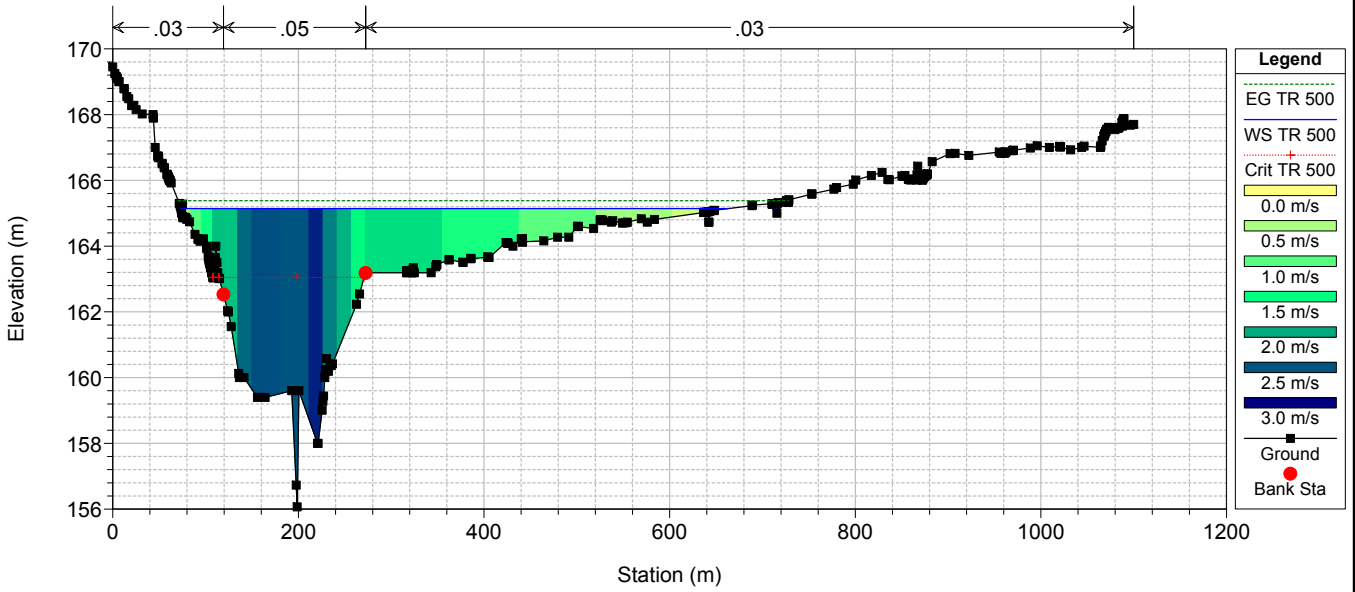
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



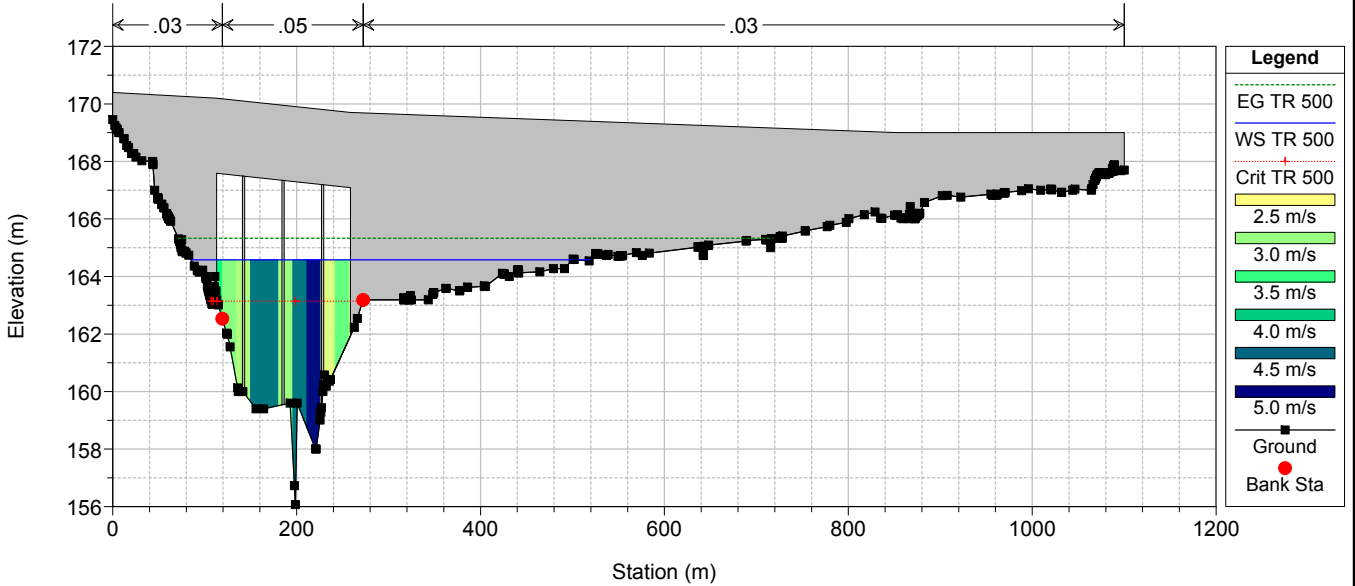
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
 Ponte SS597_V.2



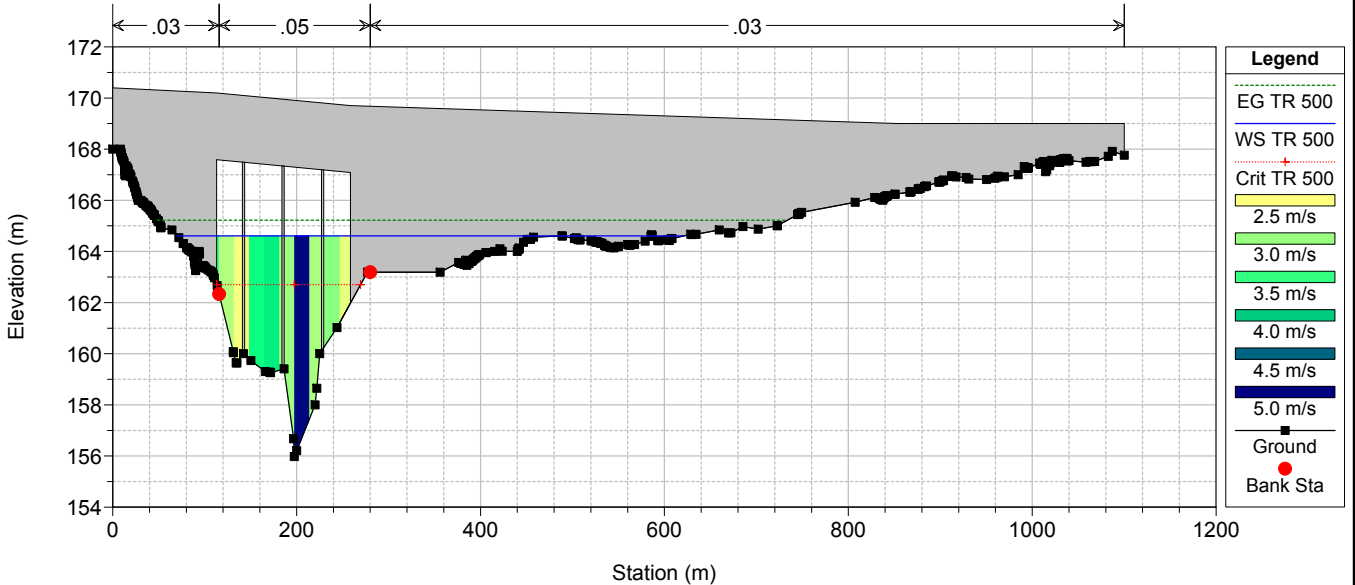
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



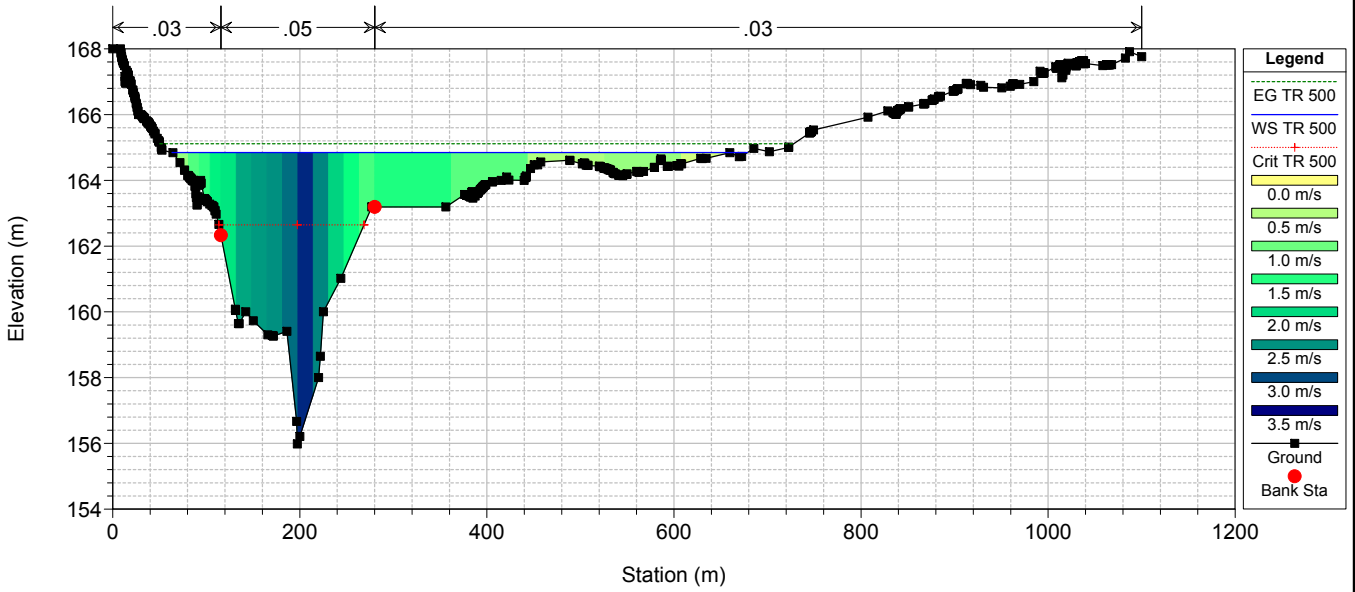
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
PONTE Viab. SV7



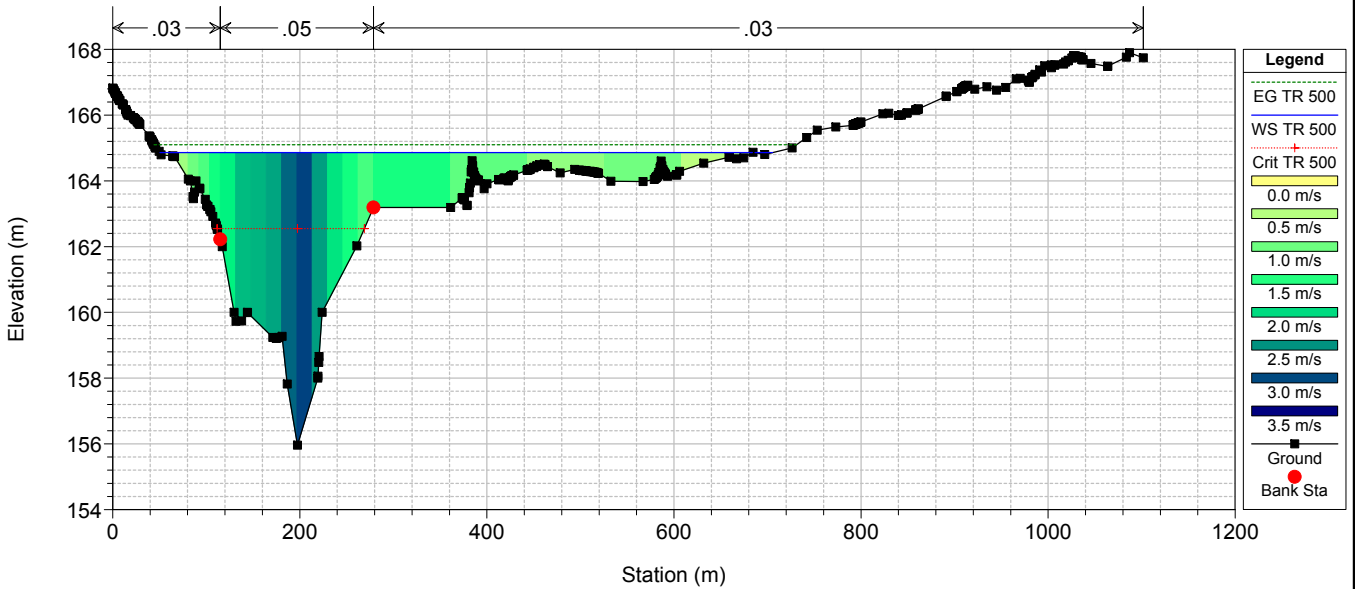
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)
PONTE Viab. SV7



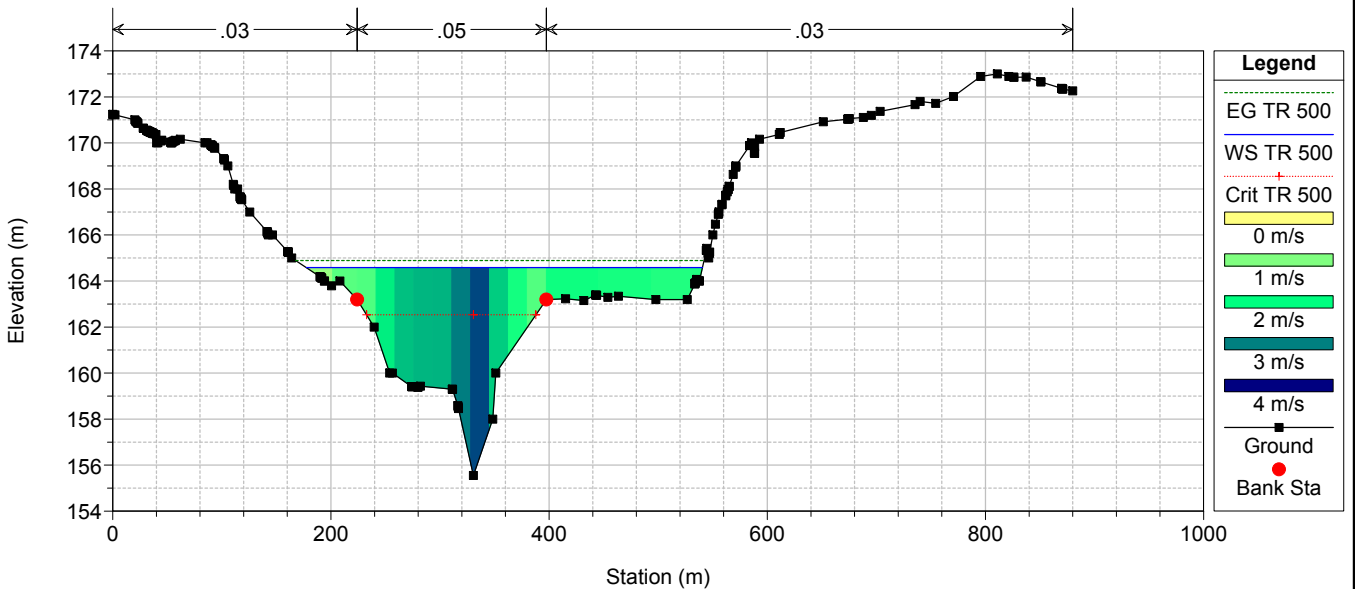
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



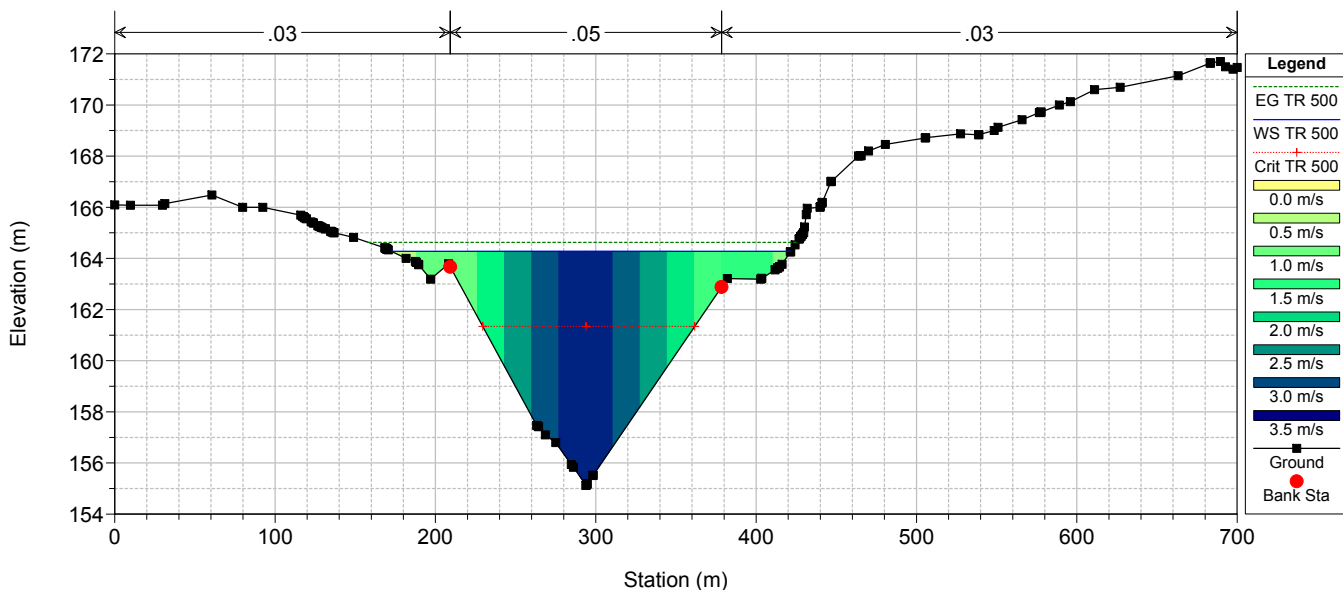
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



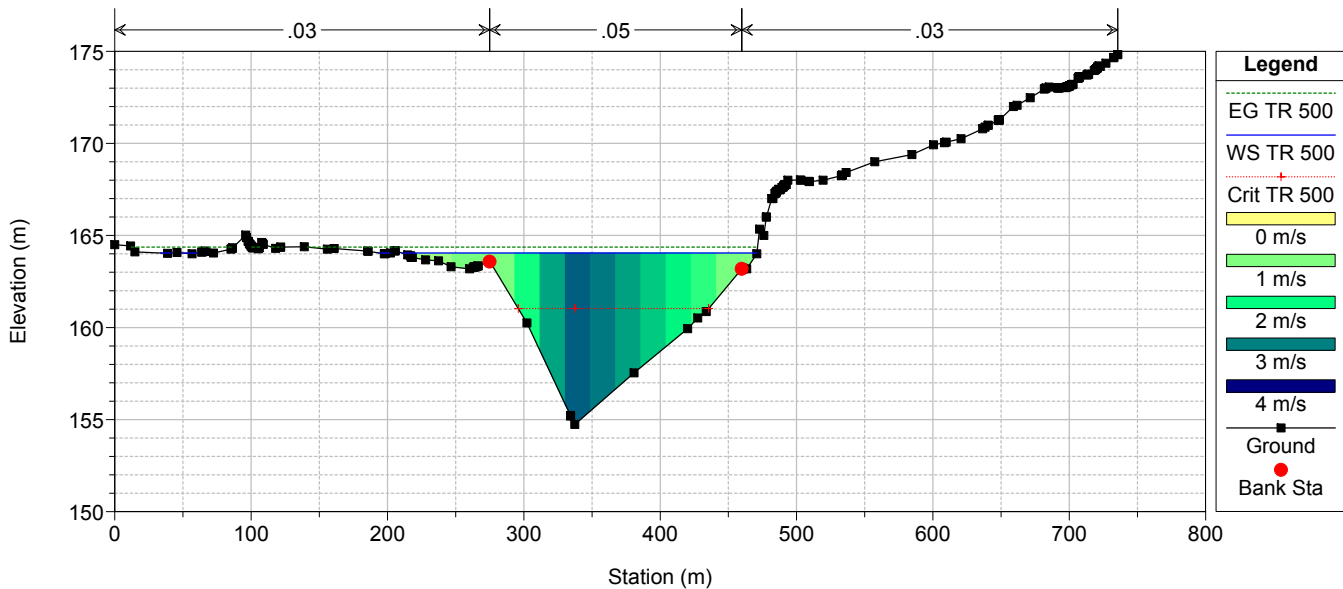
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



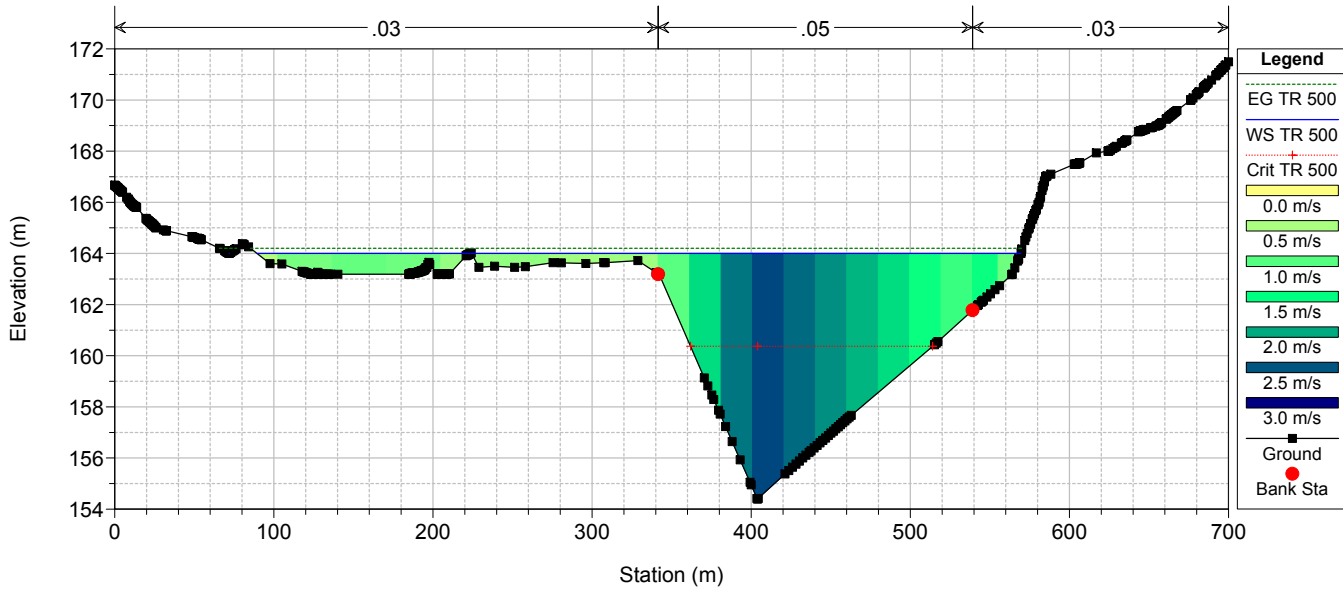
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_REG(164)



ALLEGATO 3.5

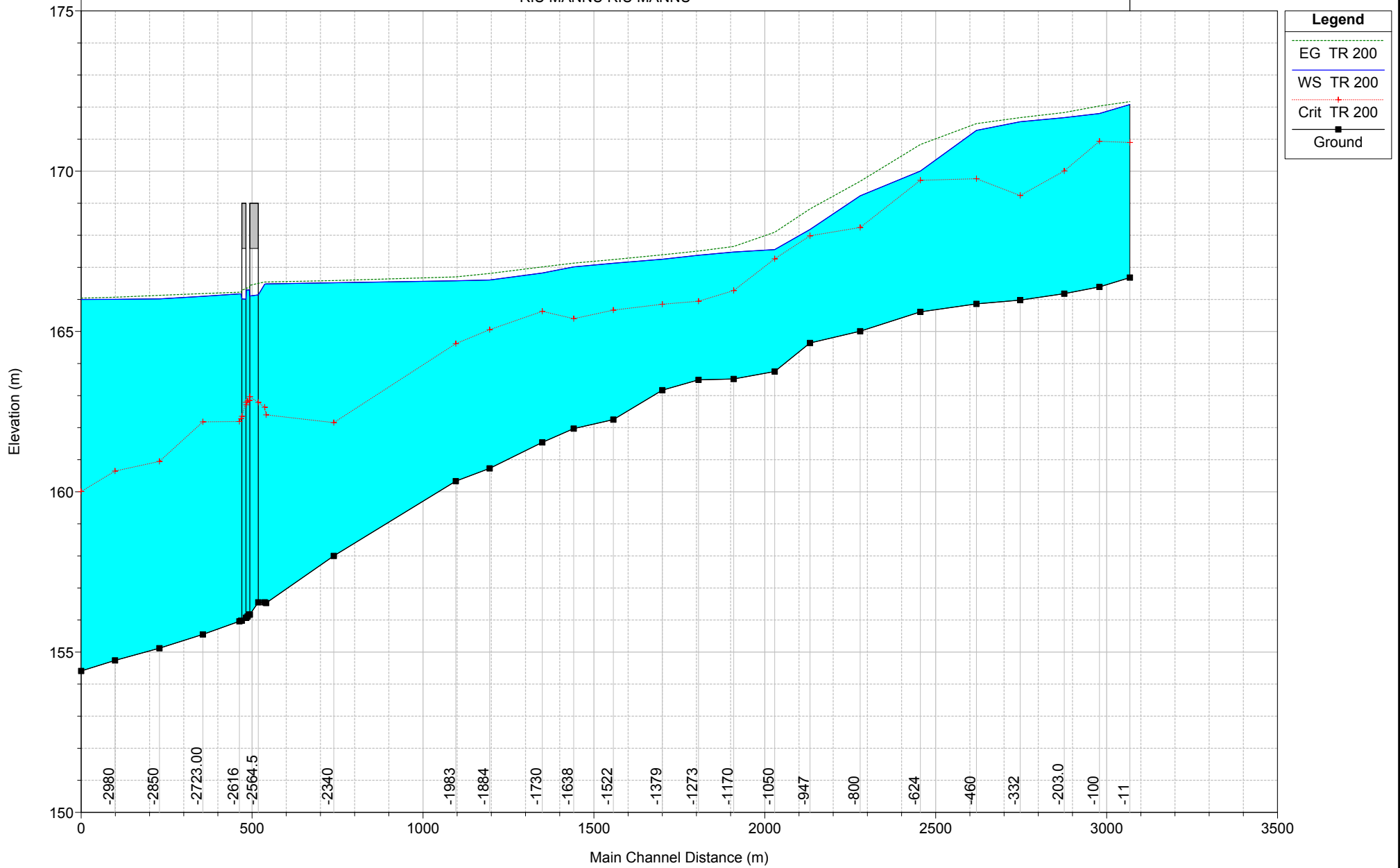
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam –
Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: POST_(166) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

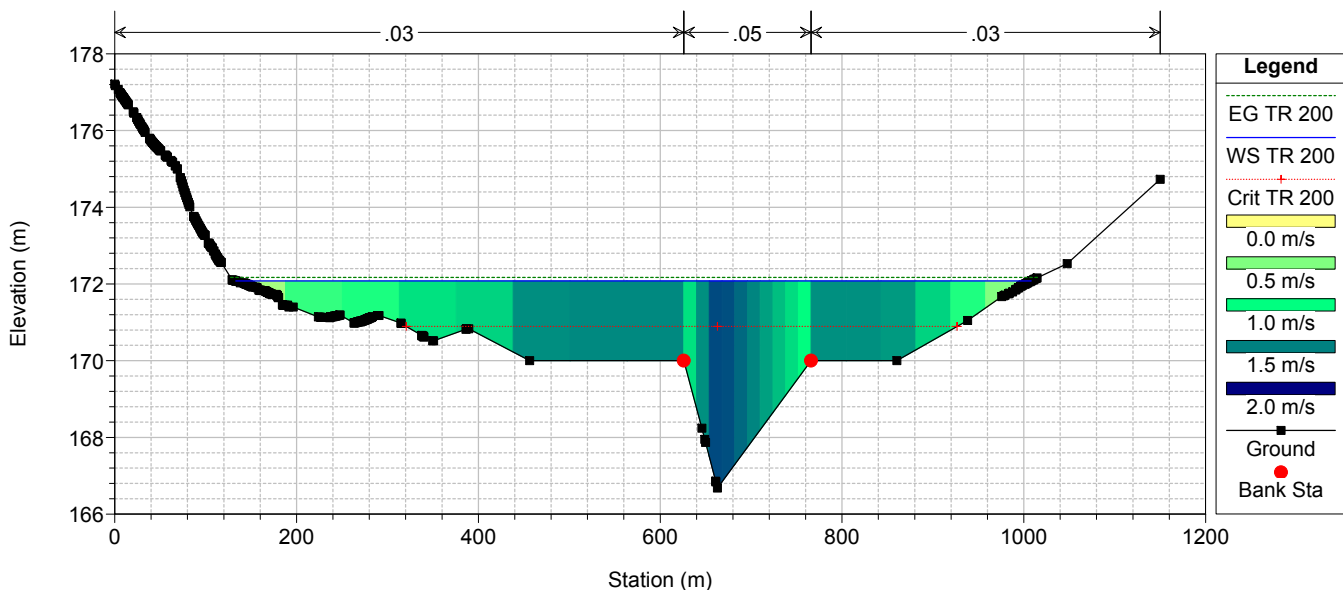
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.88	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	290.8	2.05
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	145.7	2.94
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.54	168.18	167.98	0.20	0.65	168.82	3.2	3.5	2.5	185.3	1.75
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.80	167.56	167.27	0.29	0.59	168.09	3.3	3.2	3.2	185.2	1.66
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.21	167.48	166.28	1.20	0.31	167.65	1.8	1.8	3.5	53.3	2.03
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.19	167.38	165.94	1.44	0.25	167.51	1.5	1.6	3.6	37.2	2.30
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	4.08	167.25	165.85	1.40	0.27	167.39	1.6	1.6	3.6	41.9	2.19
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.88	167.13	165.67	1.46	0.23	167.24	1.3	1.5	3.4	28.9	2.42
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	5.04	167.01	165.40	1.61	0.25	167.13	1.5	1.5	3.6	35.6	2.59
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	5.28	166.82	165.63	1.19	0.31	167.01	1.9	1.9	3.9	57.5	2.43
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	5.88	166.61	165.06	1.55	0.28	166.81	1.8	2.0	4.5	50.0	3.12
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	6.25	166.58	164.62	1.96	0.21	166.70	1.4	1.5	4.8	29.7	3.17
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	8.52	166.52	162.16	4.36	0.11	166.59	1.0	1.2	7.5	11.5	5.16
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	156.53	9.95	166.48	162.40	4.08	0.15	166.54	1.3	1.0	7.0	20.4	2.58
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	9.93	166.48	162.63	3.85	0.16	166.54	1.3	1.1	6.8	22.4	2.47
RIU MANNU	-2564.5		Bridge												
RIU MANNU	-2587	TR 200	2076.0	156.17	10.12	166.29	162.85	3.44	0.17	166.36	1.3	1.1	6.1	22.9	2.38
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	10.19	166.30	162.83	3.47	0.16	166.36	1.3	1.0	6.5	21.8	2.43
RIU MANNU	-2596	TR 200	2076.0	156.07	10.23	166.30	162.71	3.59	0.16	166.35	1.2	1.0	6.0	20.1	2.47
RIU MANNU	-2603.5		Bridge												
RIU MANNU	-2611	TR 200	2076.0	155.98	10.19	166.17	162.28	3.89	0.15	166.23	1.2	1.0	6.2	18.0	2.60
RIU MANNU	-2616	TR 200	2076.0	155.96	10.21	166.17	162.19	3.98	0.14	166.22	1.1	0.9	6.3	16.8	2.60
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	10.55	166.10	162.18	3.92	0.17	166.18	1.3	1.3	6.1	24.3	3.92
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	10.90	166.02	160.95	5.07	0.19	166.13	1.5	1.4	7.0	30.3	4.04
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	11.26	166.00	160.65	5.35	0.15	166.07	1.2	1.1	7.0	19.1	3.91
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	11.59	166.00	160.01	5.99	0.11	166.04	1.0	0.9	7.6	11.5	4.16

RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

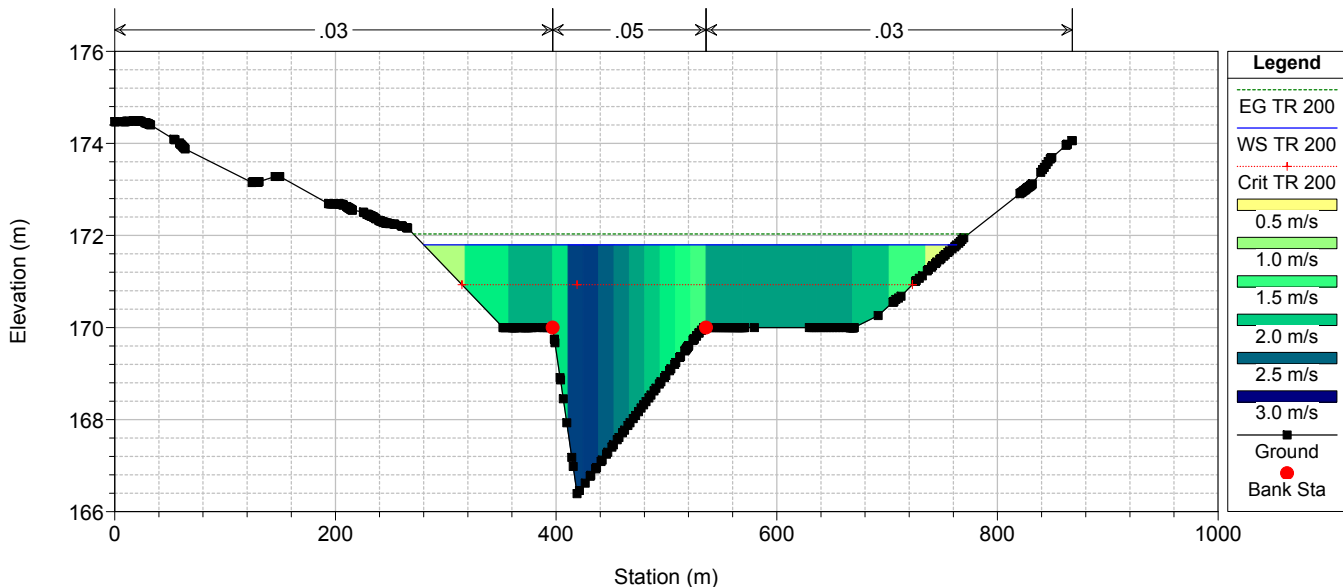
RIU MANNU RIU MANNU



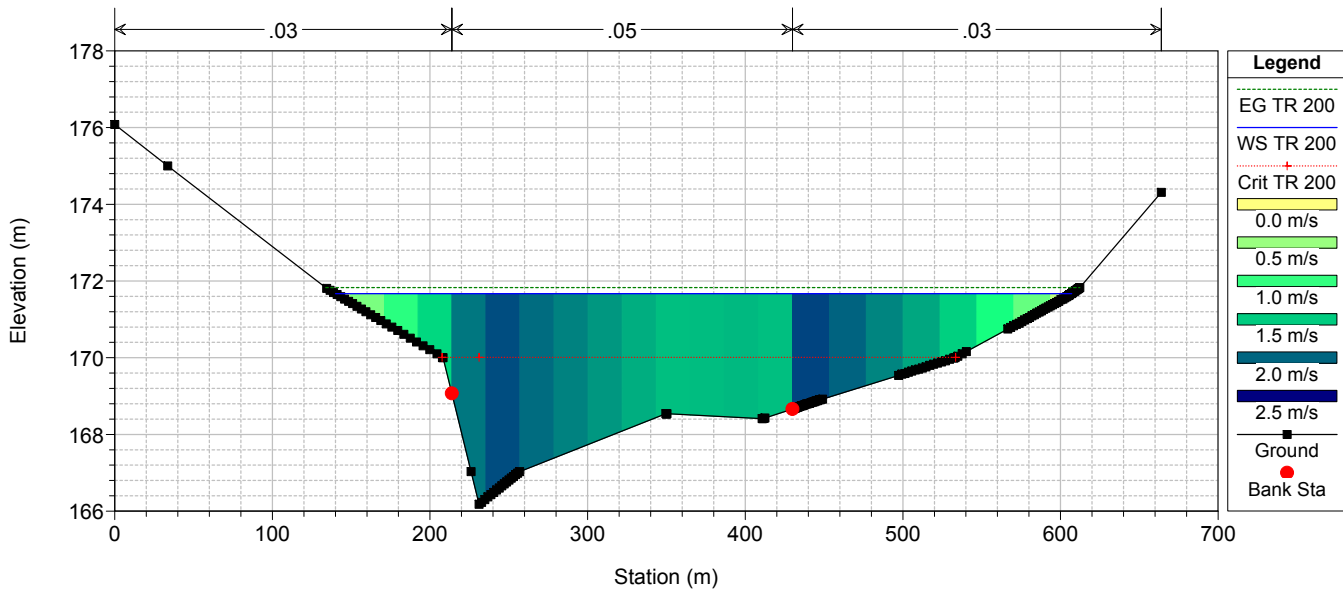
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



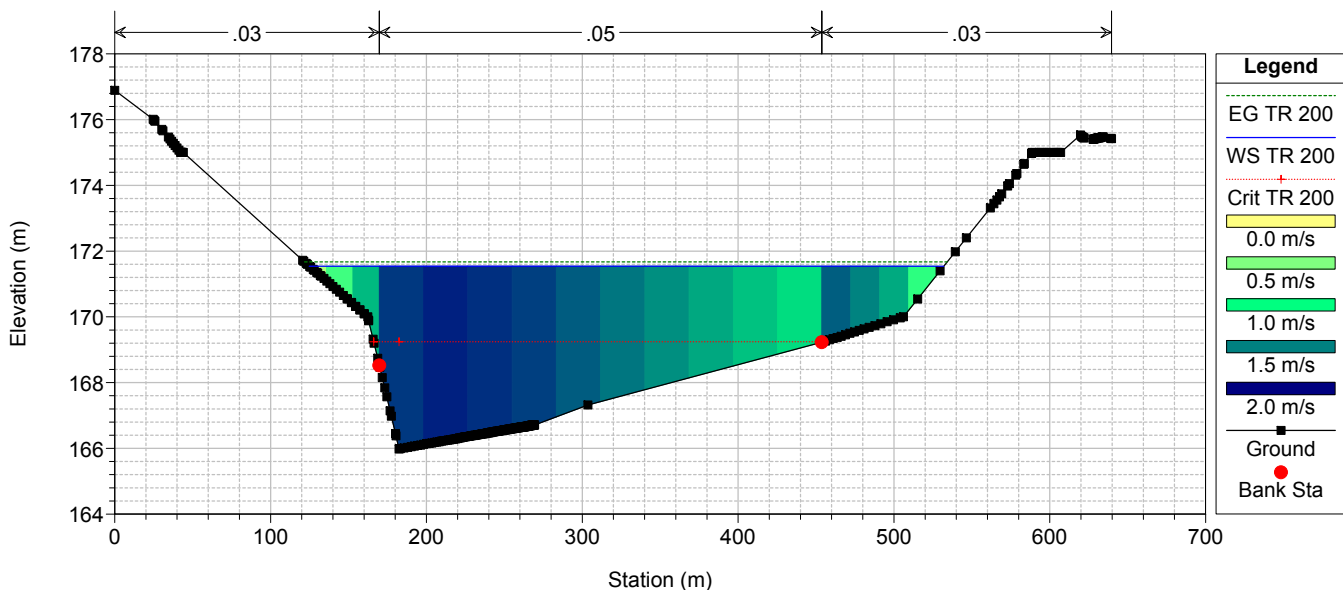
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



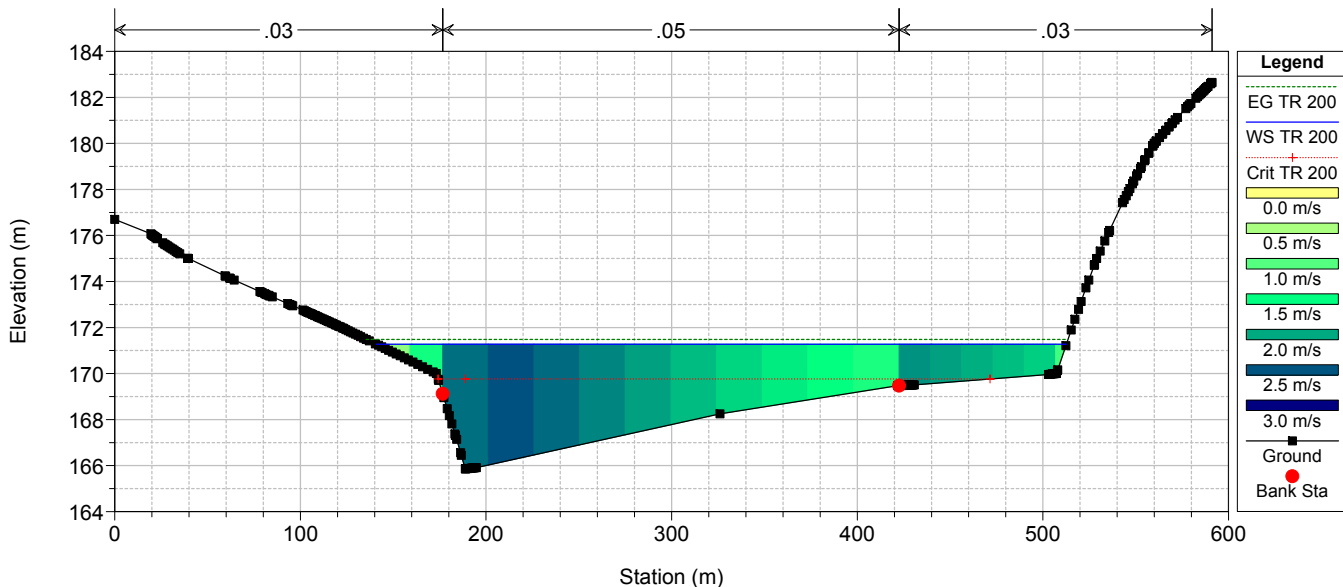
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



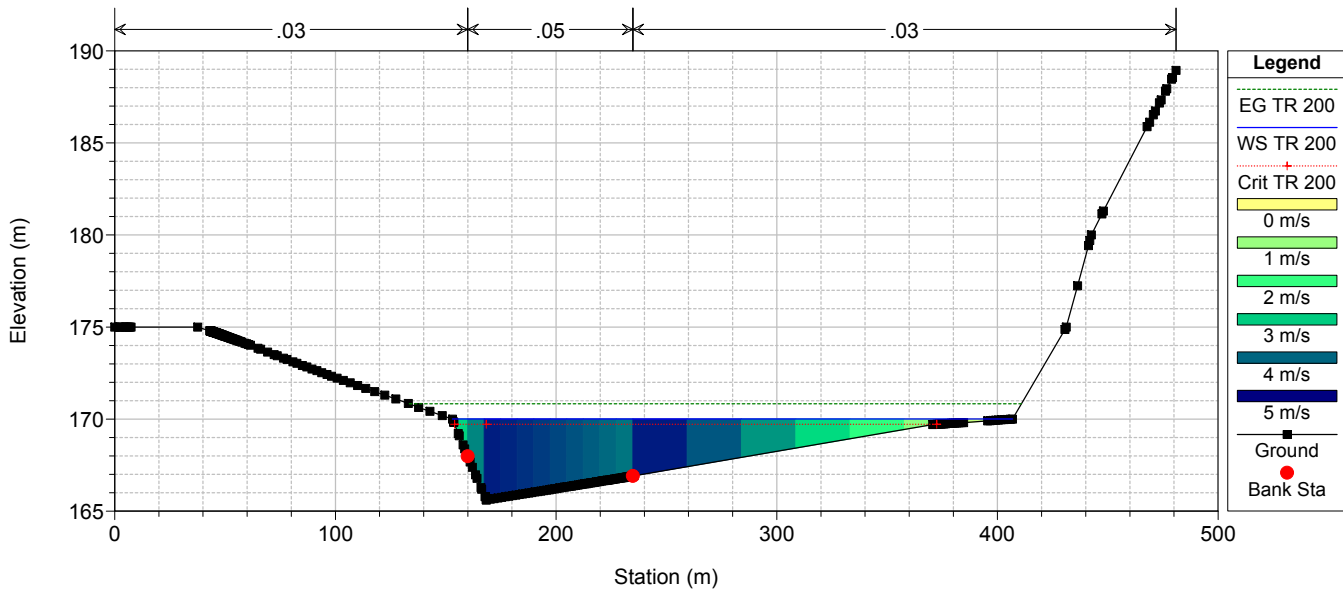
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



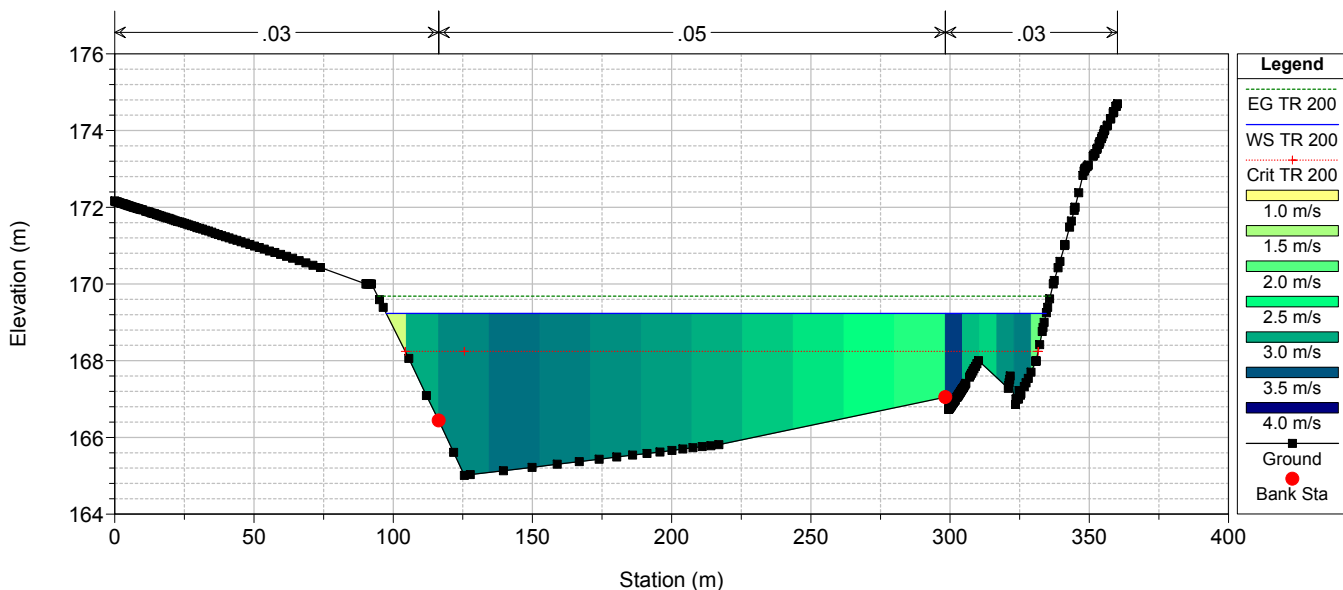
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



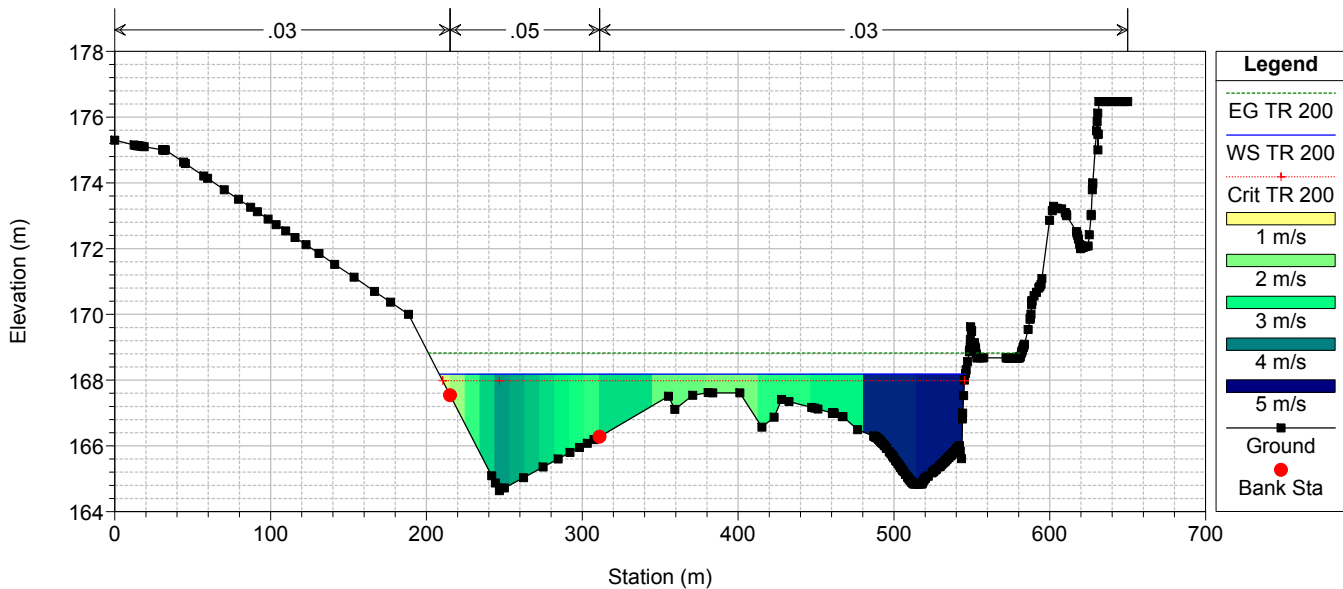
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



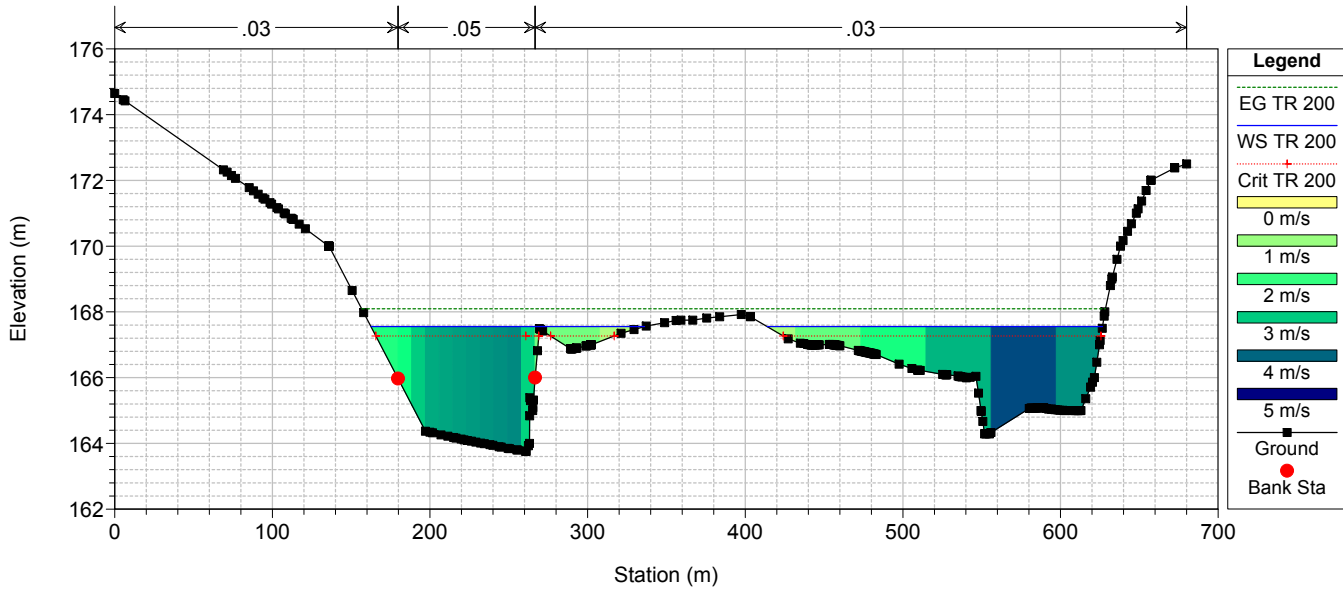
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



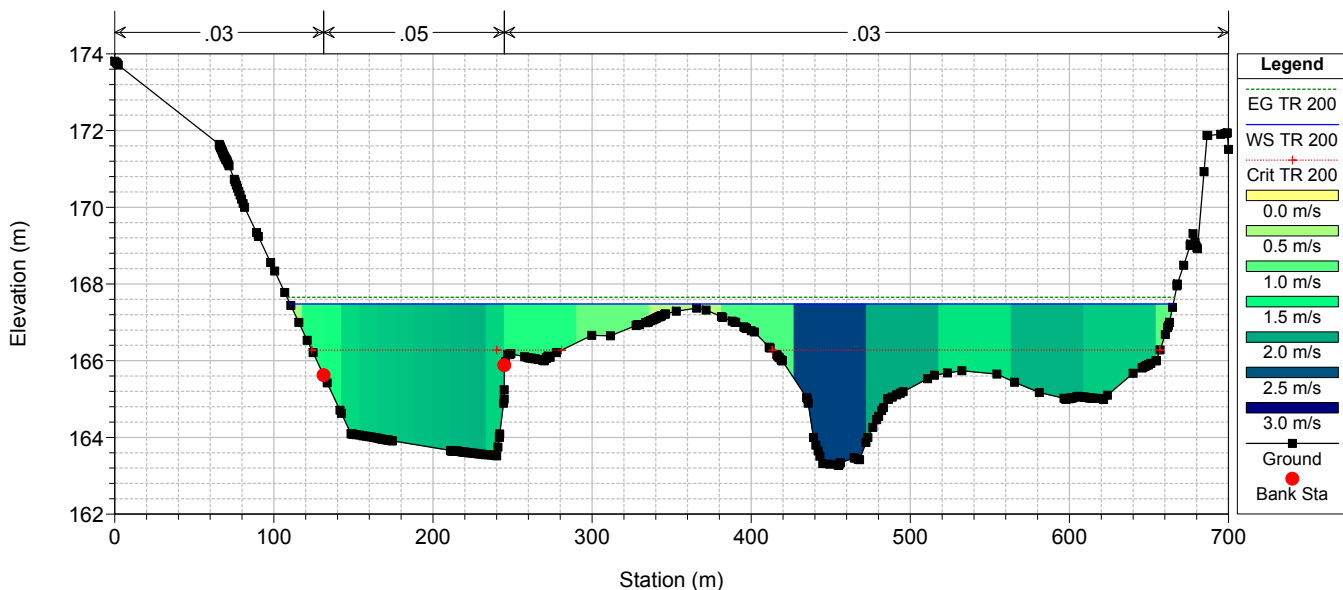
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



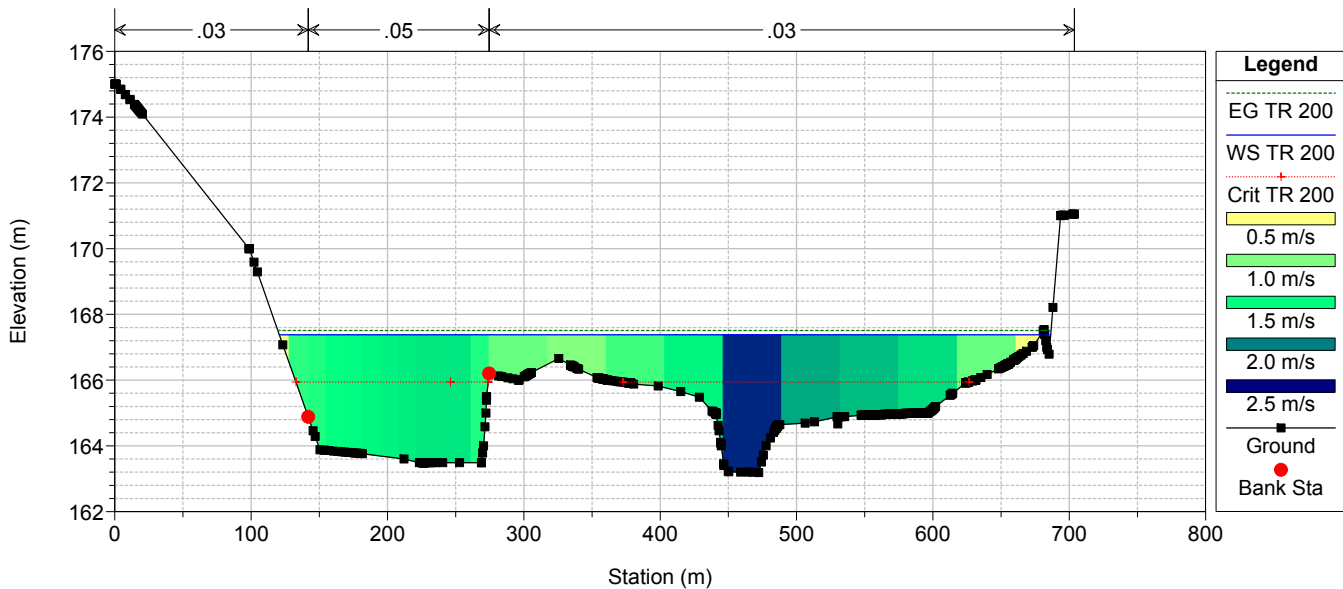
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



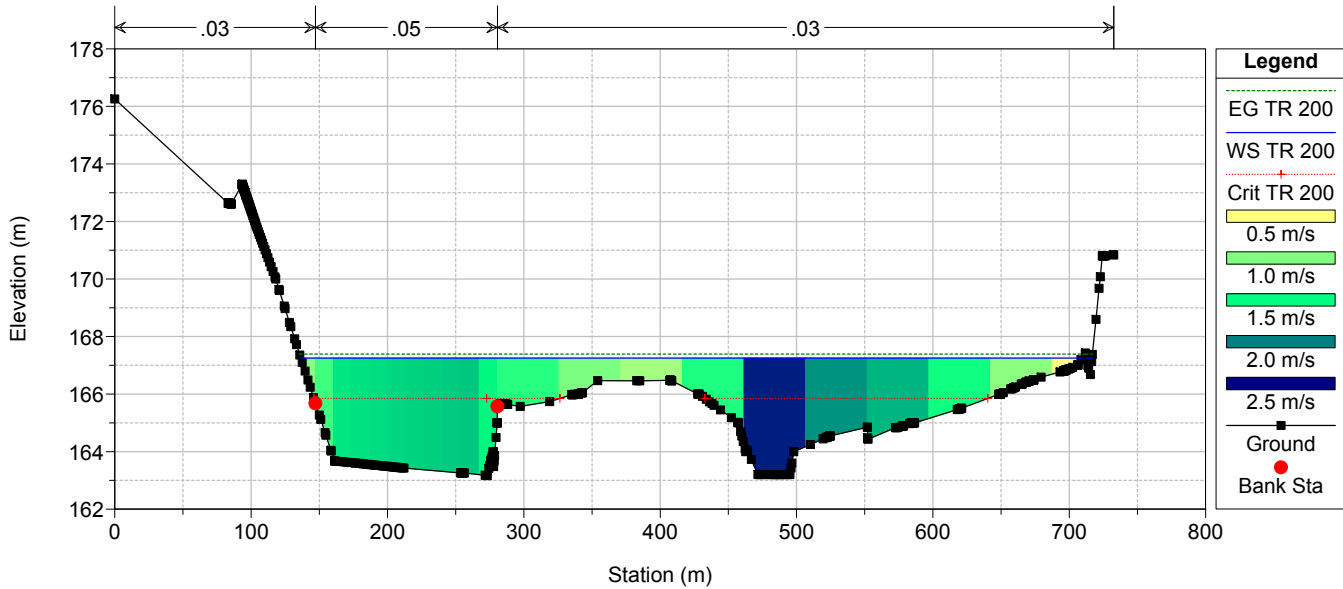
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



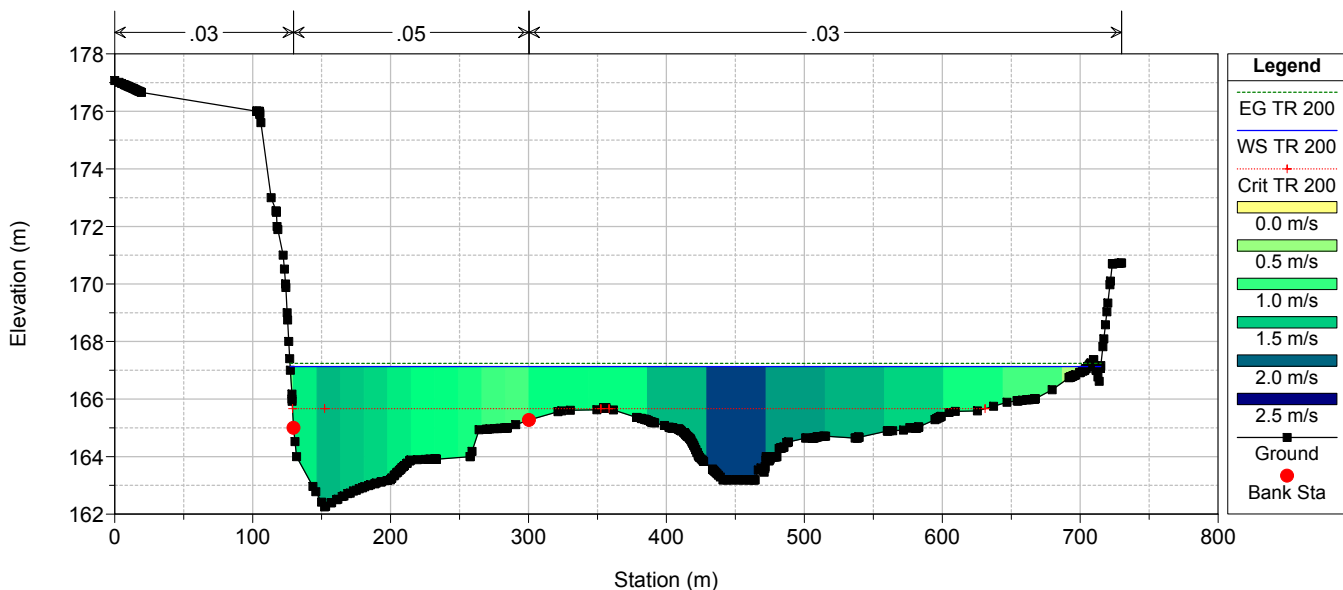
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



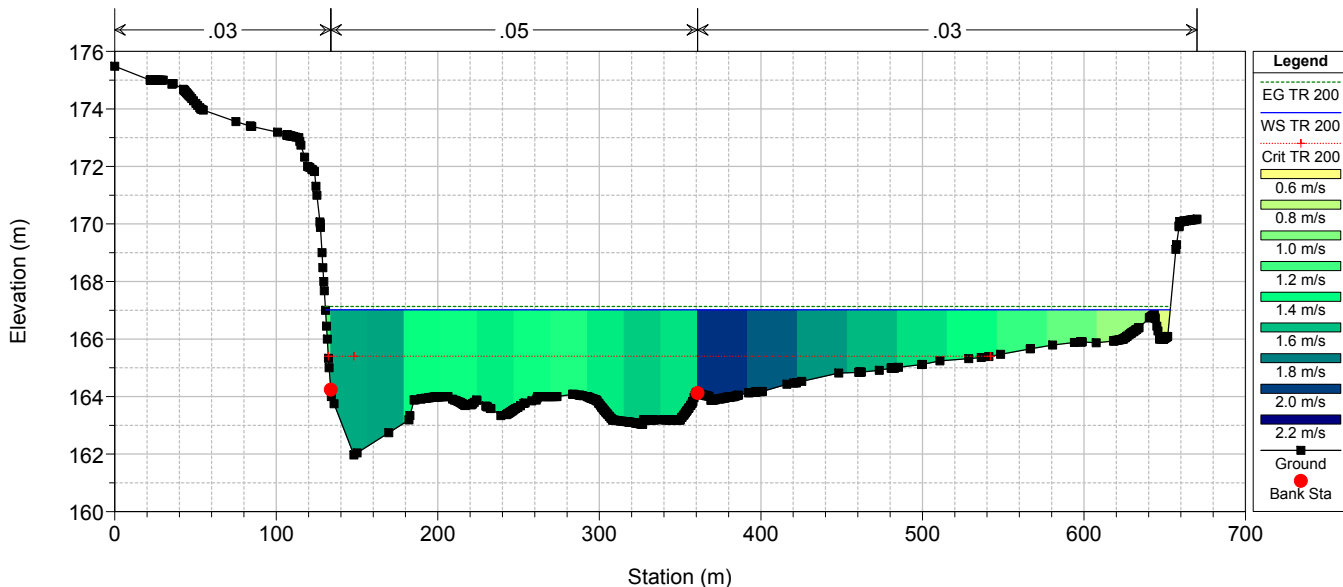
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



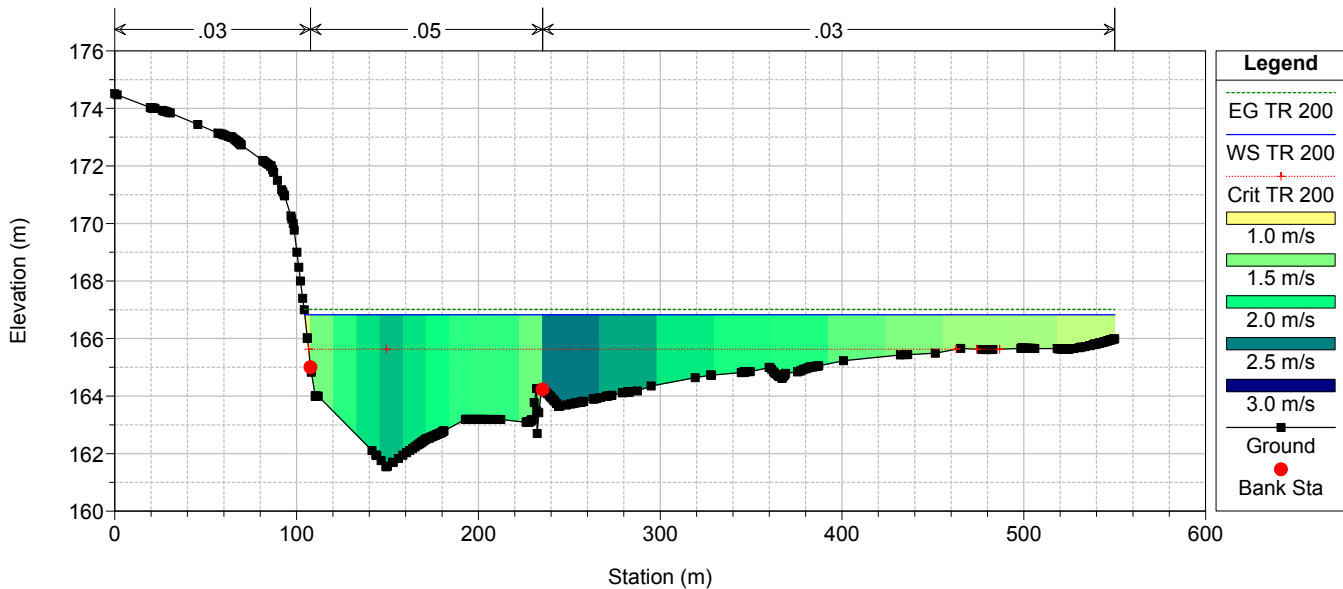
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



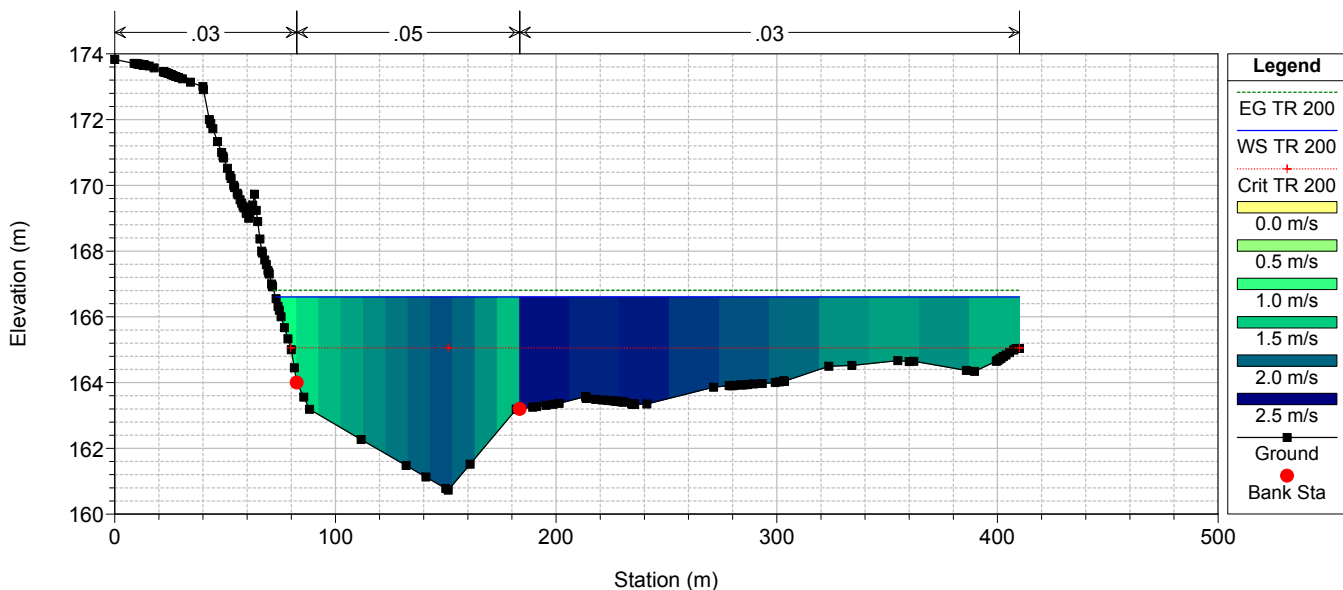
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



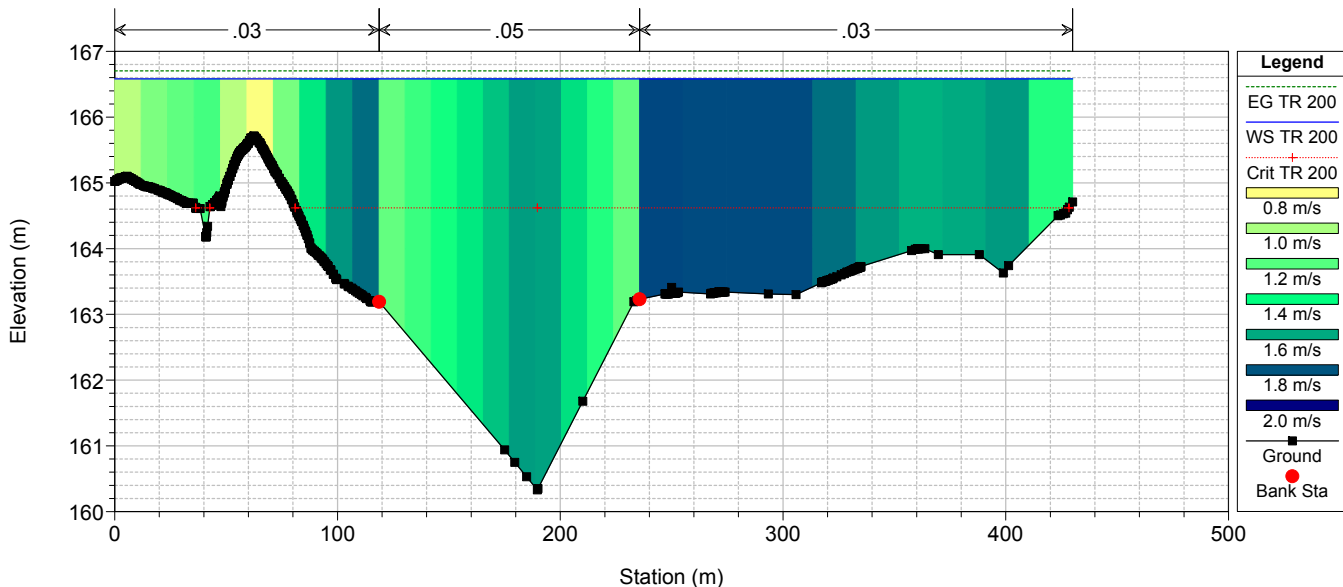
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



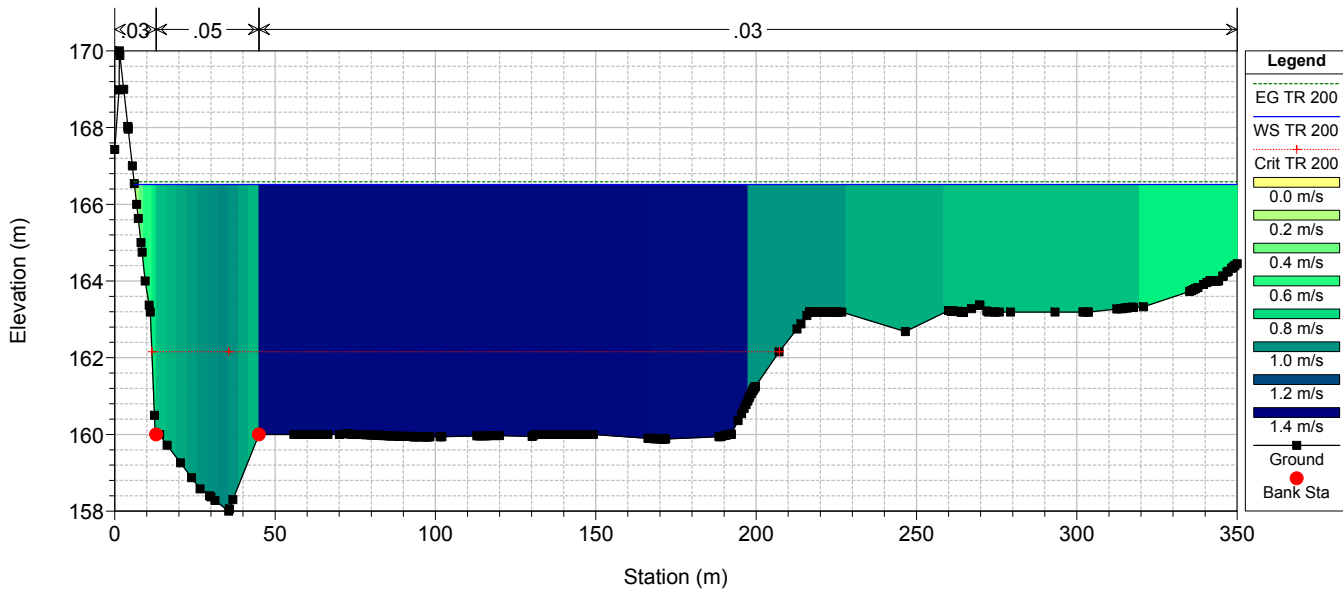
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

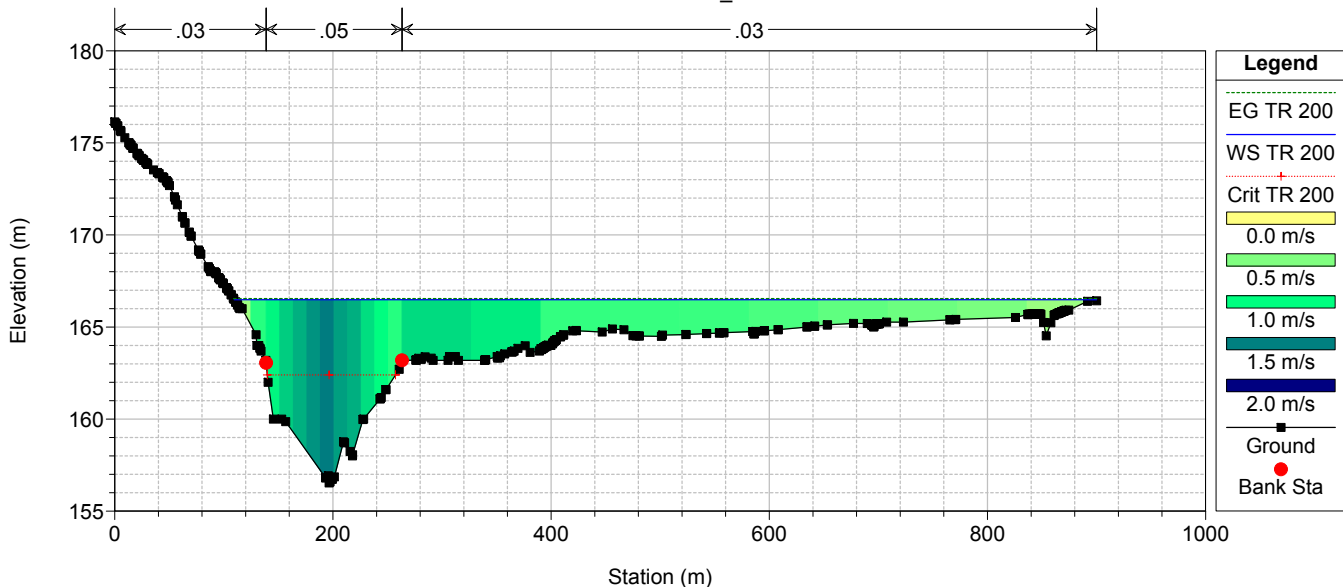


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



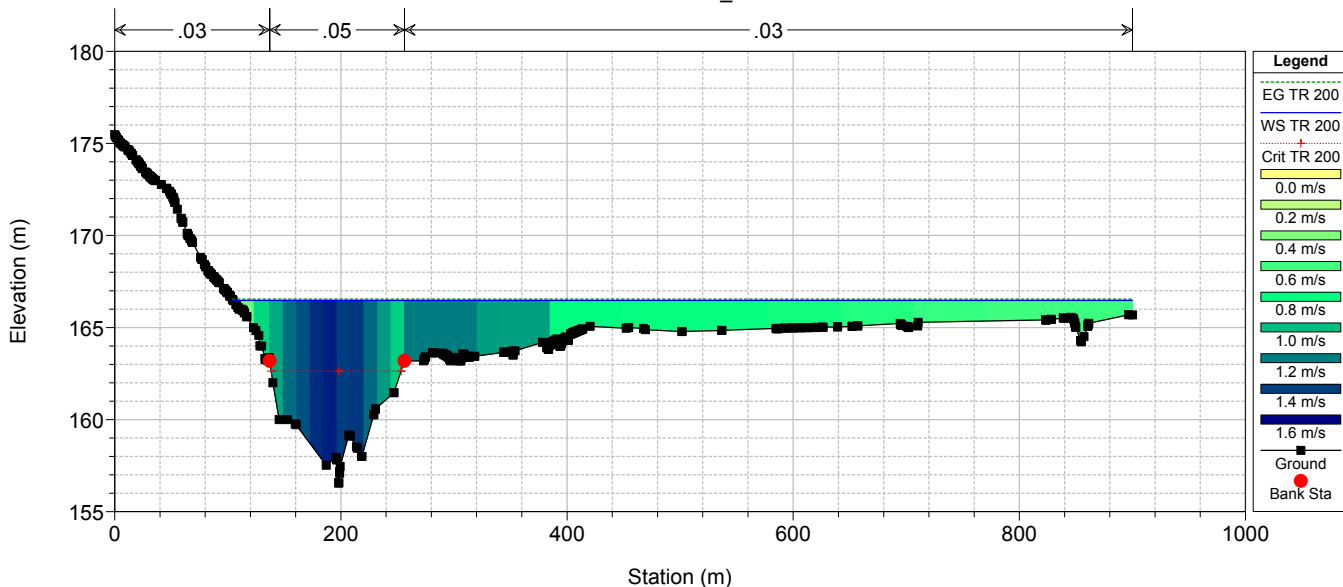
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

Ponte SS597_M.5



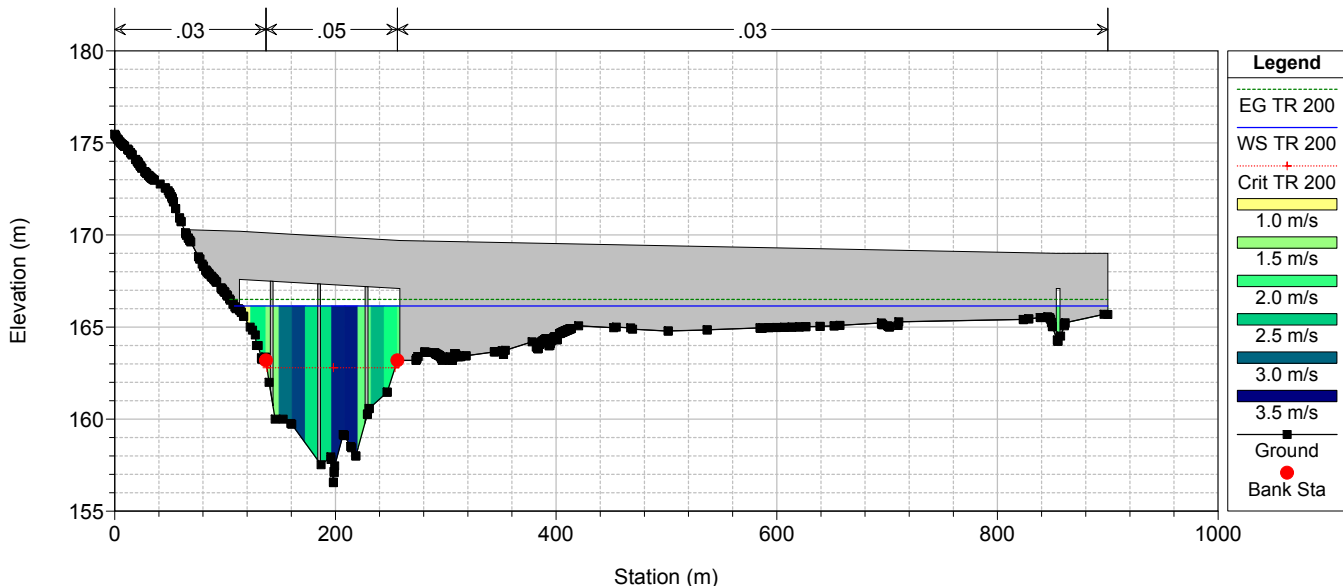
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

Ponte SS597_M.4

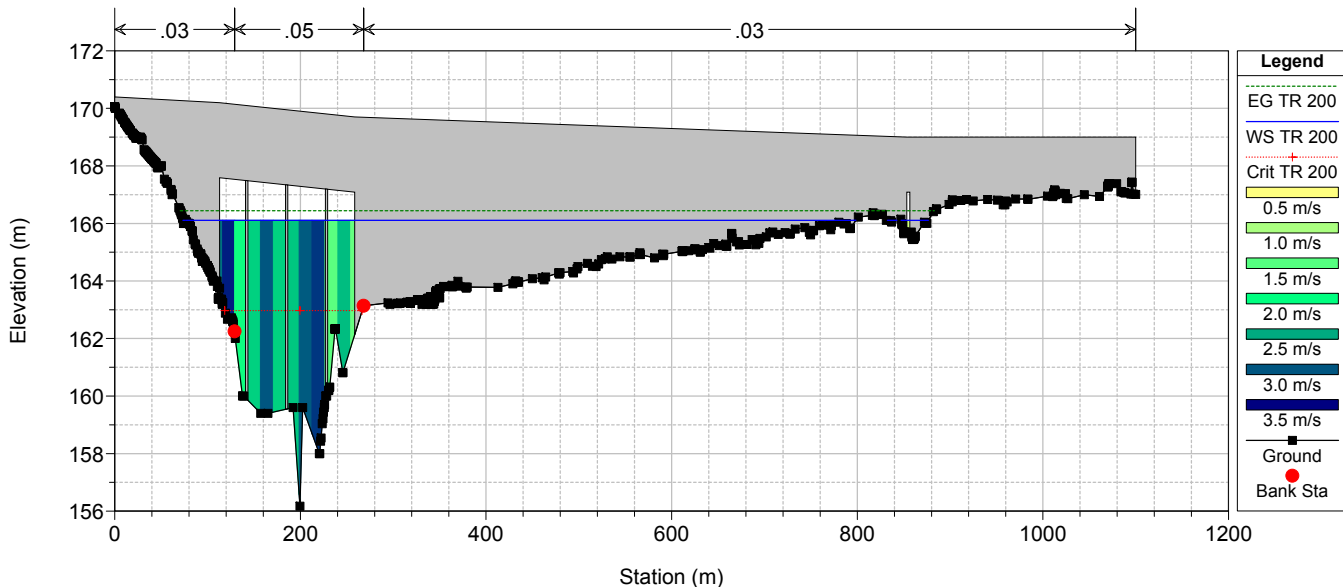


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

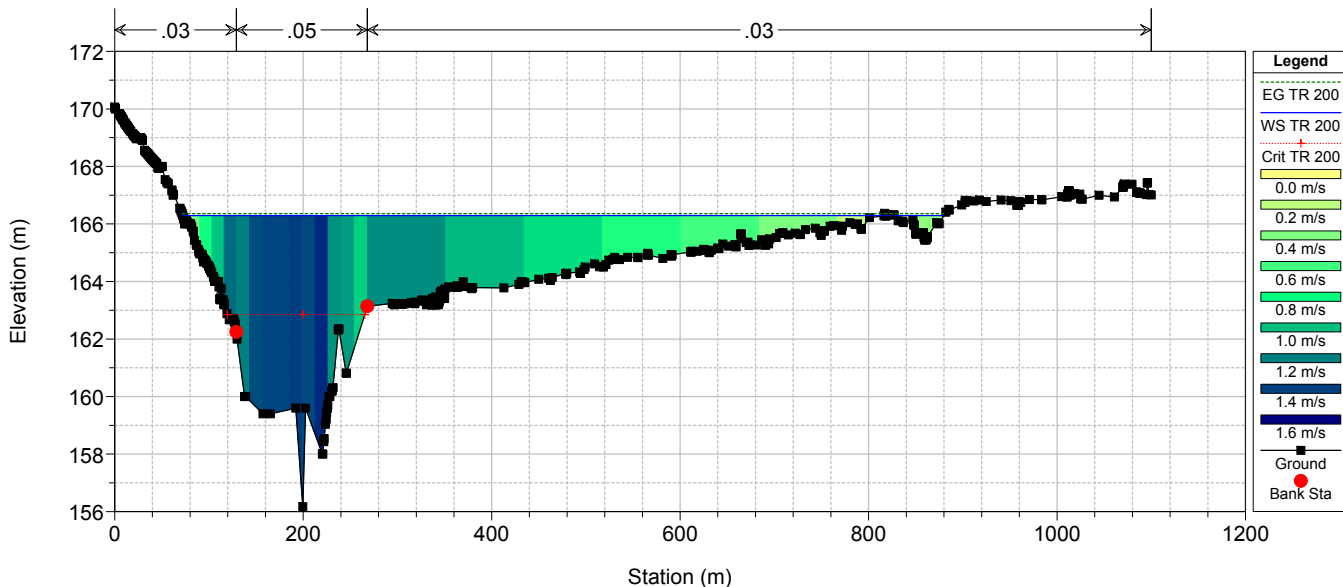
NUOVO PONTE SS597



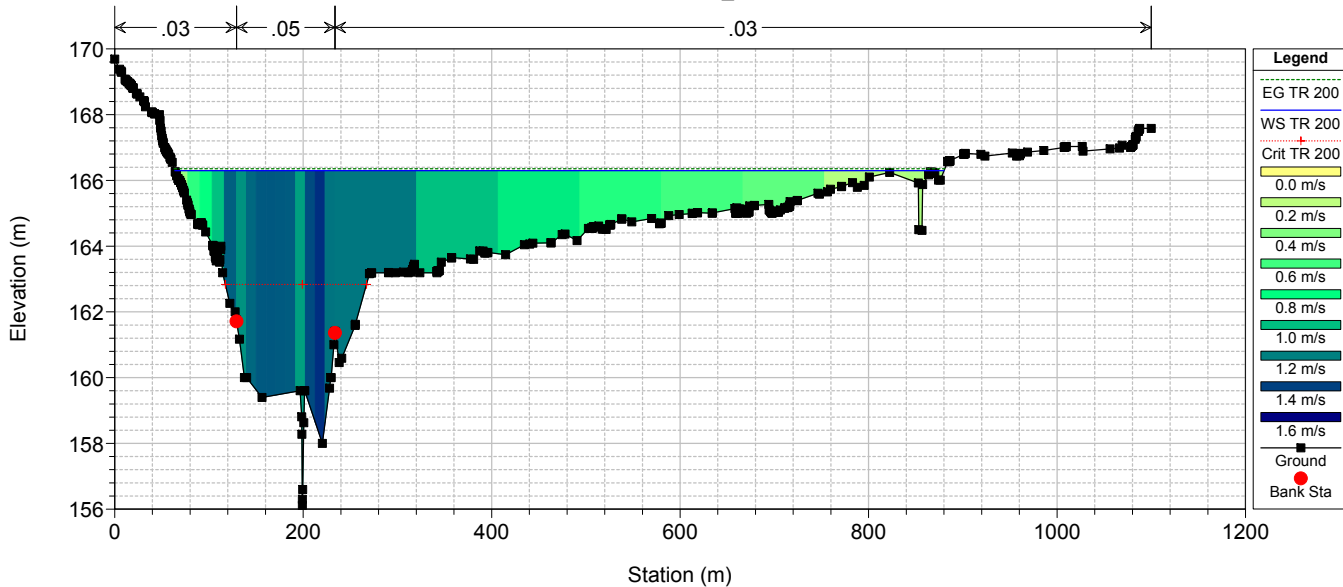
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
 NUOVO PONTE SS597



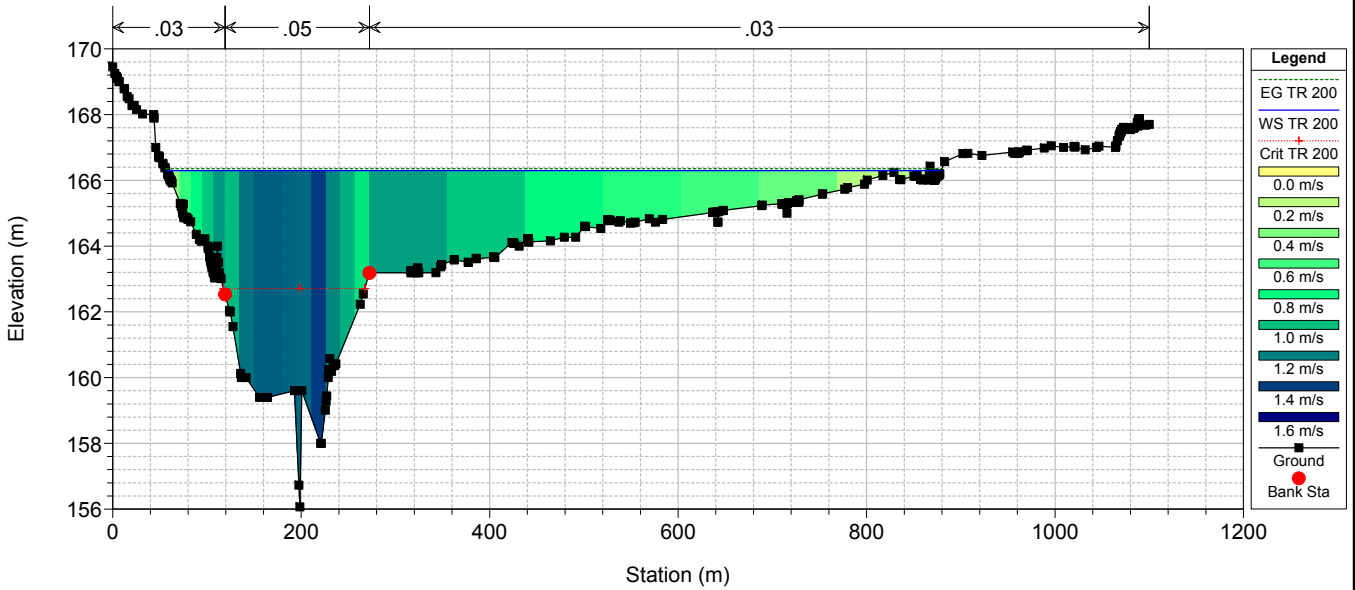
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



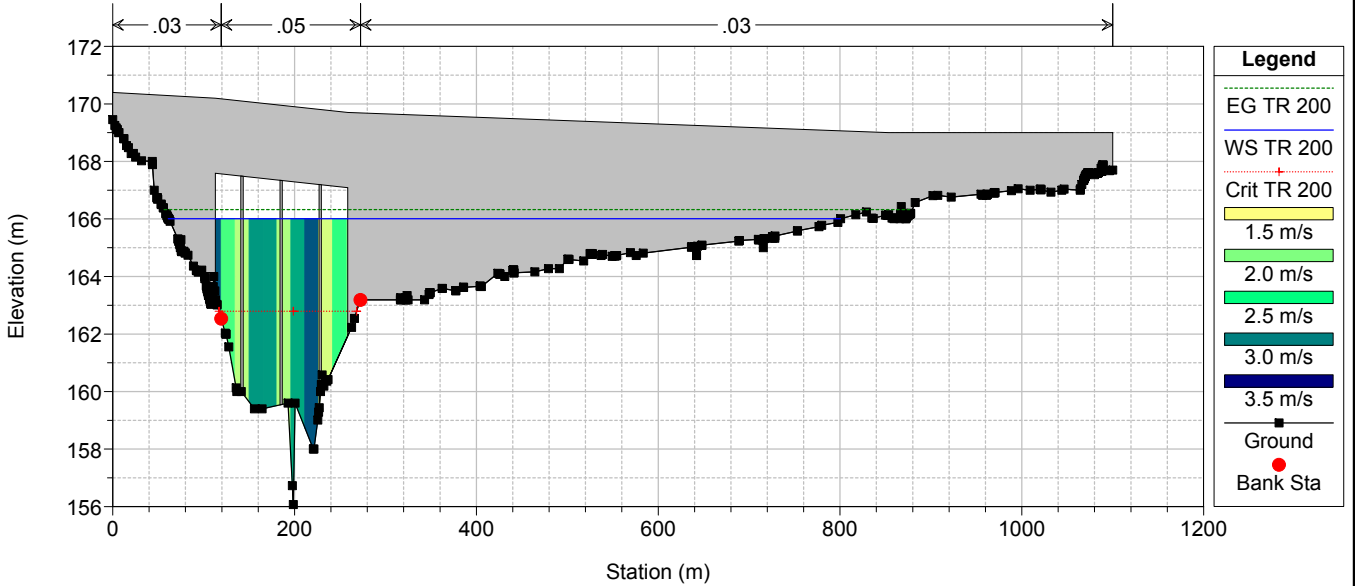
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
 Ponte SS597_V.2



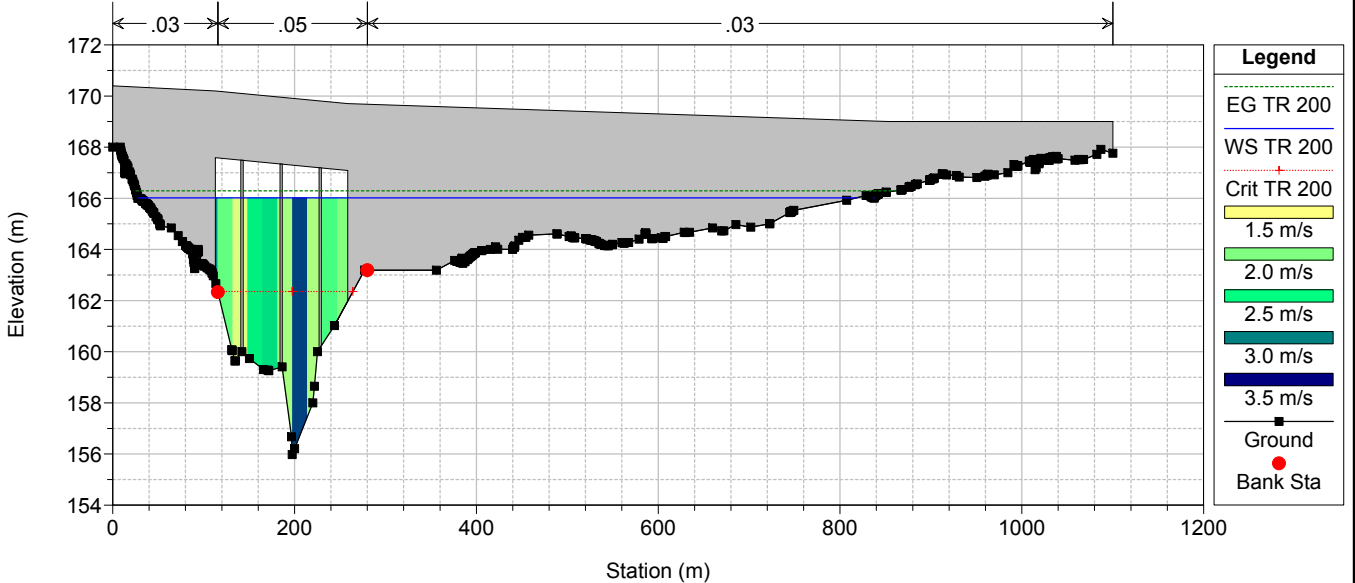
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



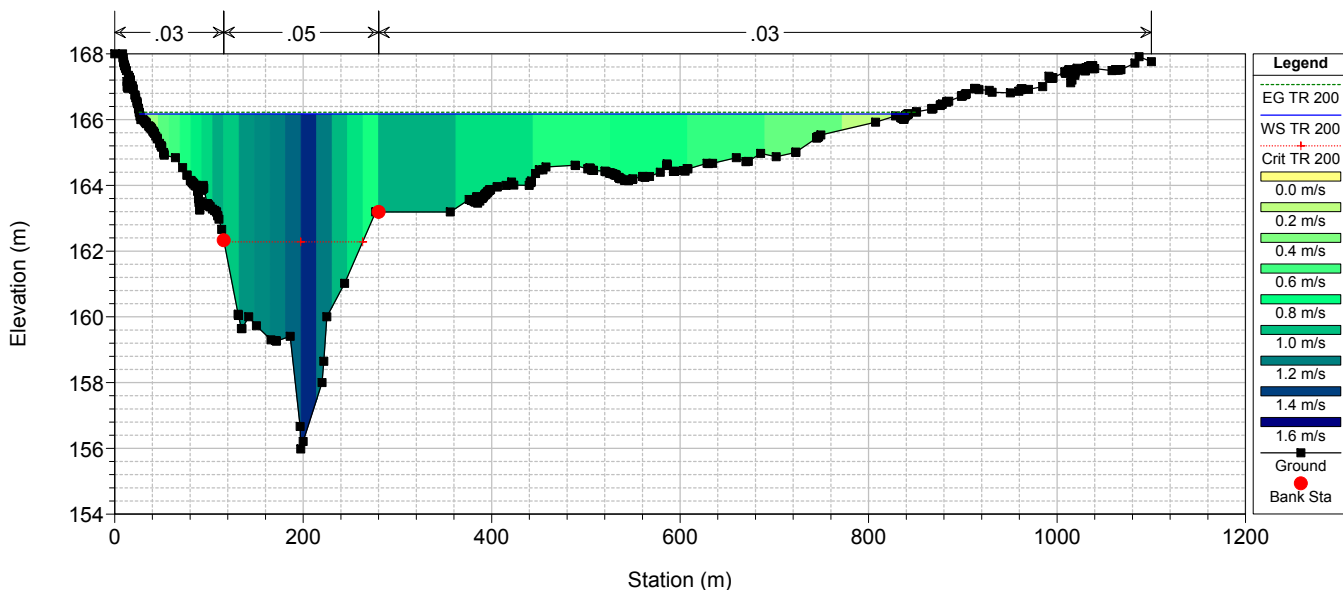
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
PONTE Viab. SV7



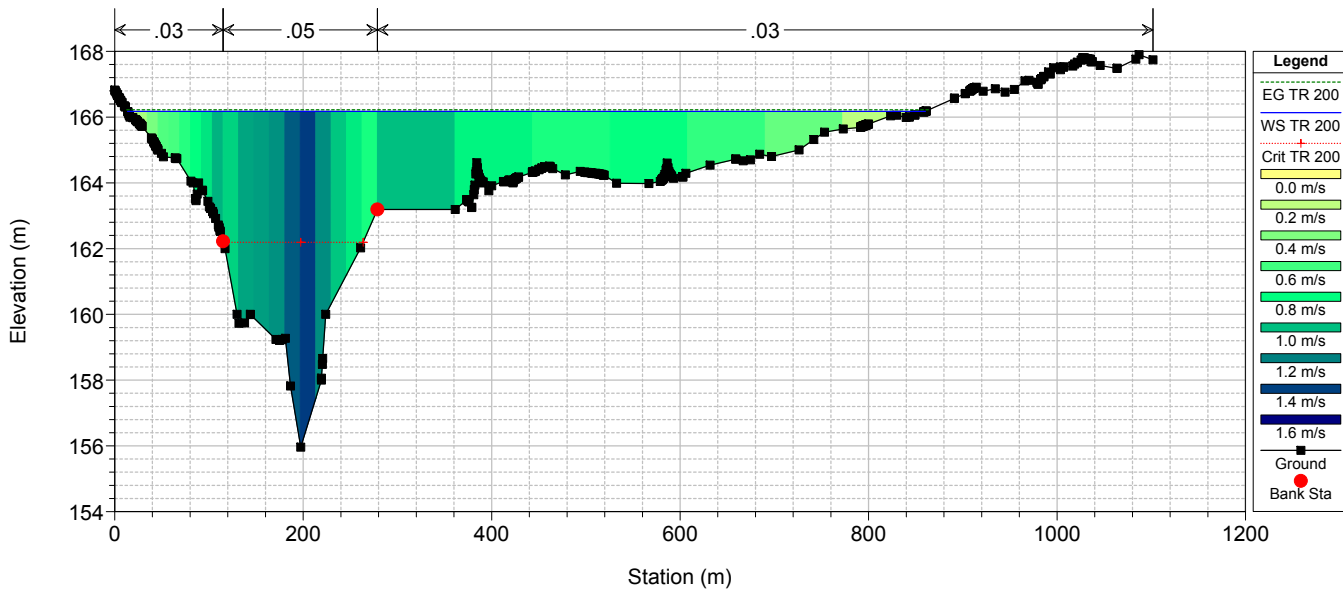
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
PONTE Viab. SV7



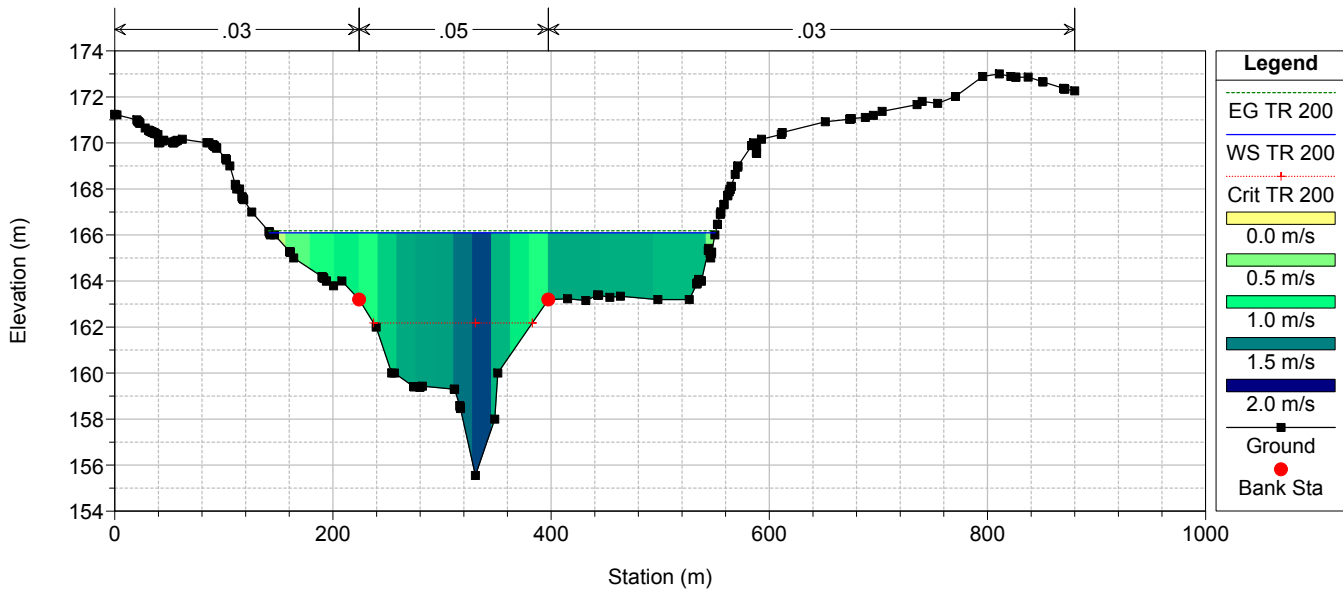
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



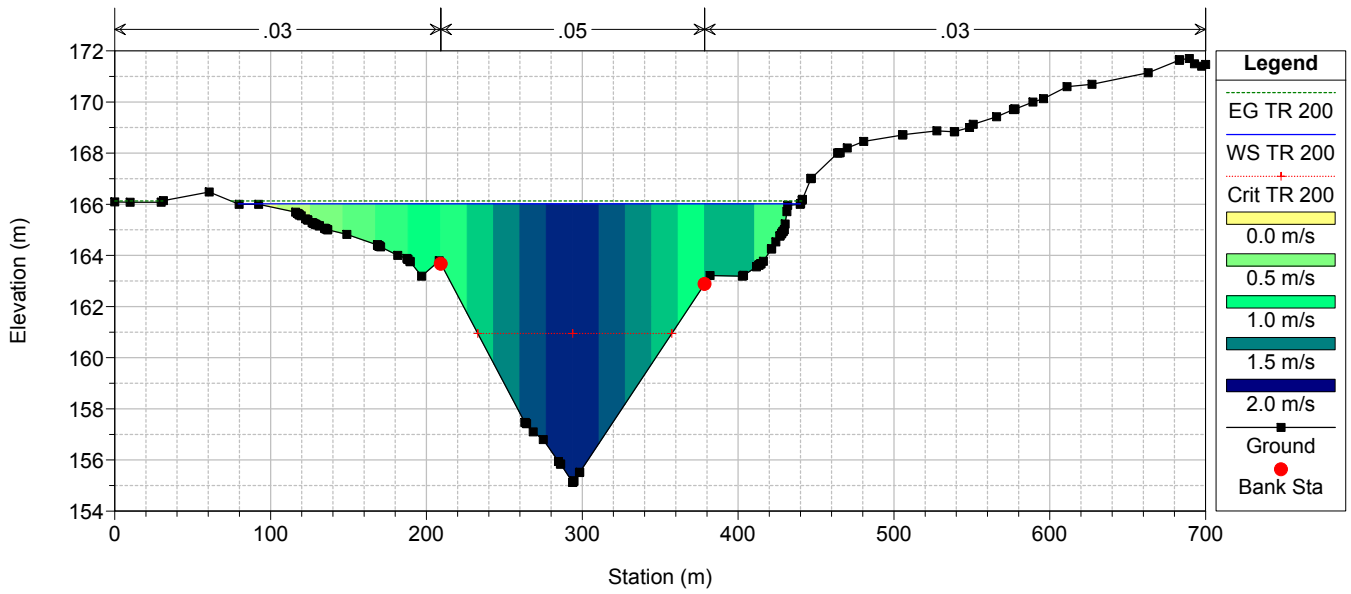
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



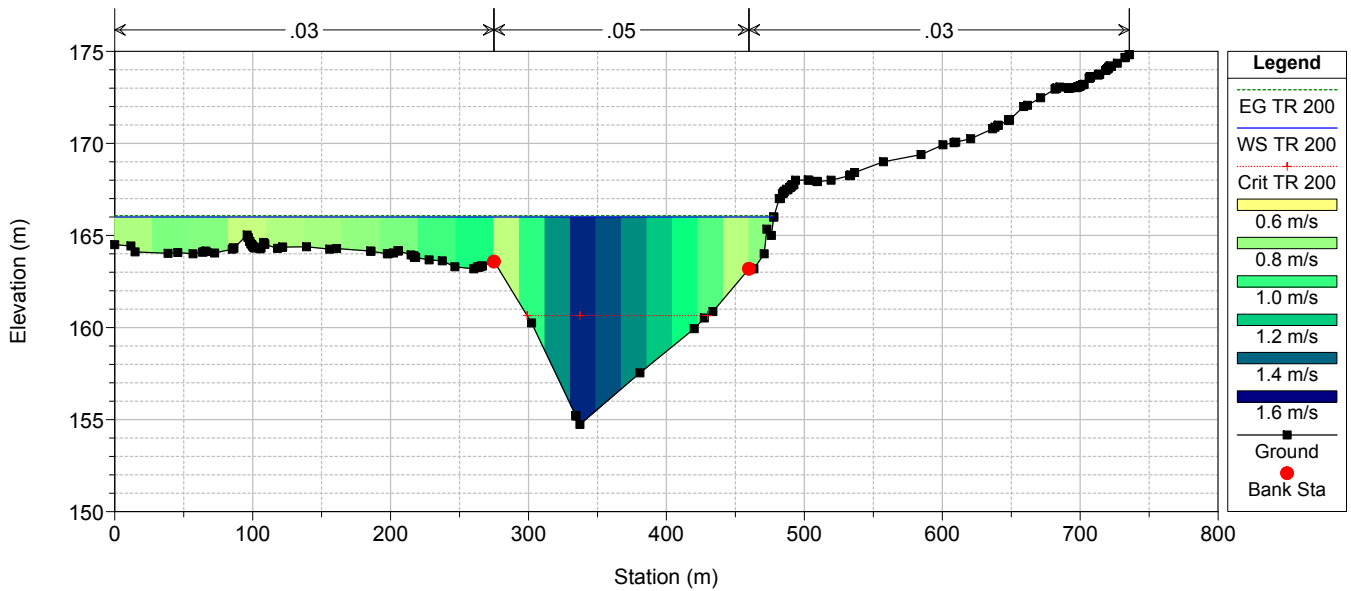
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



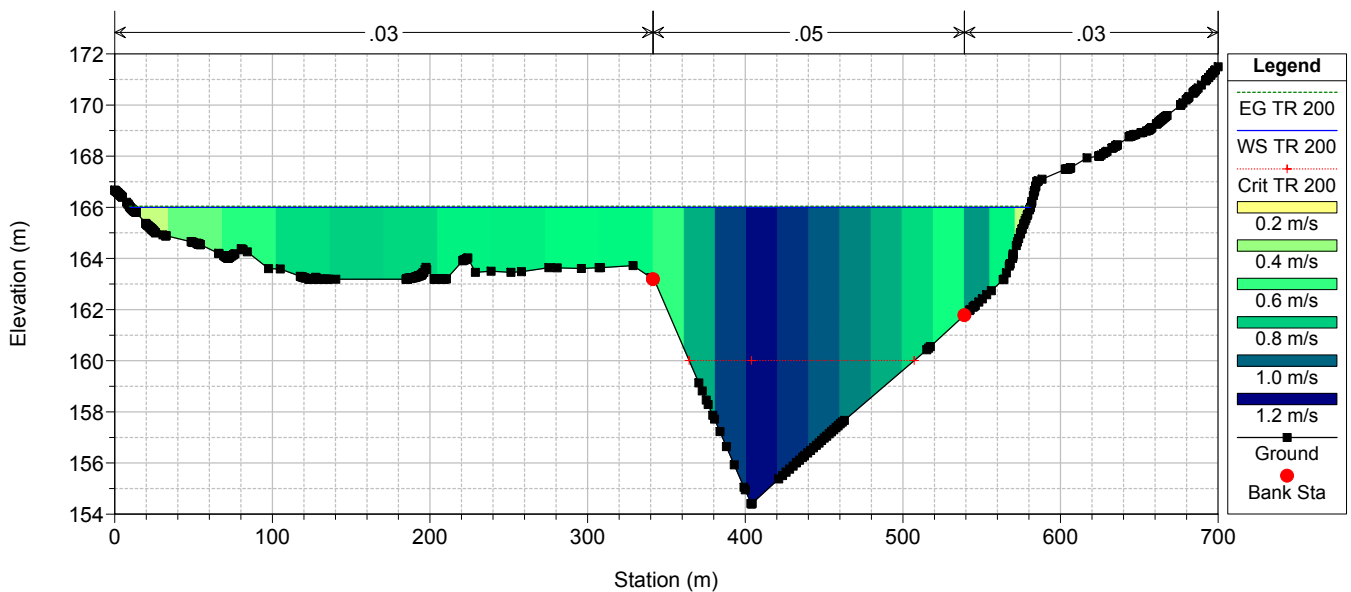
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



ALLEGATO 3.6

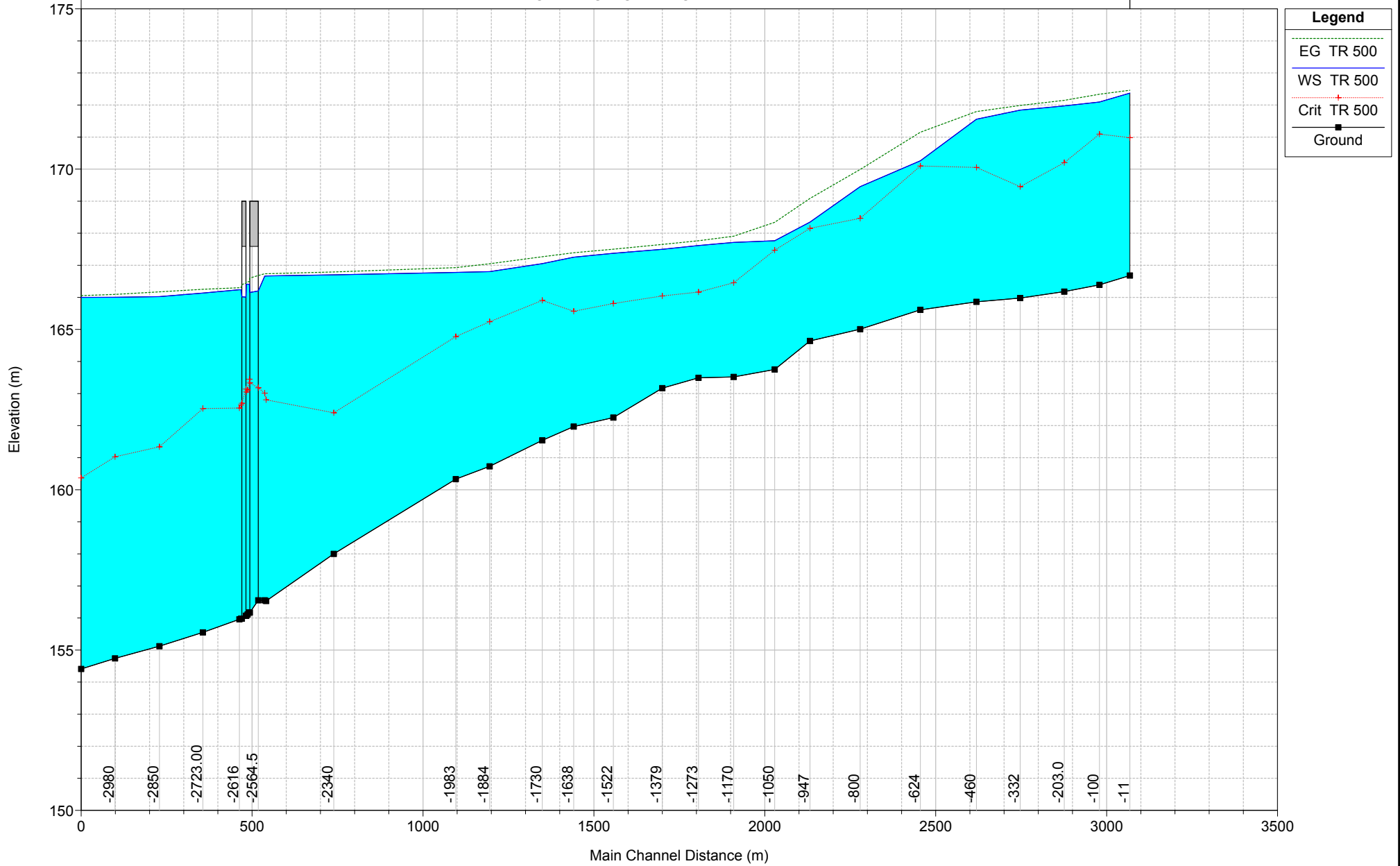
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: POST – Operam –
Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: POST_(166) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

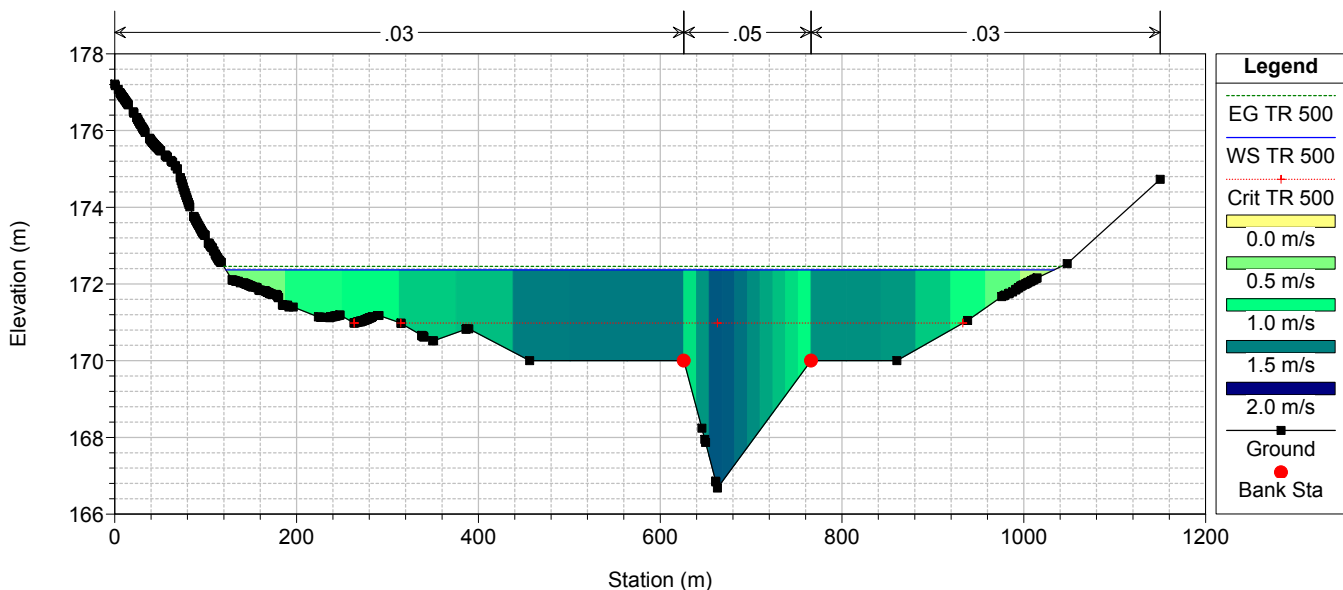
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.88	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.81	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.0	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	167.8	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.71	168.35	168.15	0.20	0.66	169.09	3.4	3.8	2.7	200.0	1.90
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	4.02	167.77	167.47	0.30	0.59	168.34	3.4	3.3	3.4	193.5	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.45	167.72	166.46	1.26	0.31	167.91	1.9	1.9	3.7	54.3	2.26
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.43	167.82	166.17	1.45	0.26	167.77	1.6	1.7	3.9	39.4	2.52
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.33	167.50	166.05	1.45	0.27	167.65	1.7	1.7	3.9	43.5	2.41
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	5.12	167.37	165.81	1.56	0.23	167.50	1.4	1.6	3.6	31.1	2.63
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	5.28	167.25	165.57	1.68	0.26	167.39	1.6	1.6	3.8	38.6	2.83
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.51	167.05	165.91	1.14	0.31	167.27	2.0	2.1	4.1	61.9	2.65
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	6.07	166.80	165.24	1.56	0.29	167.05	2.0	2.2	4.7	58.3	3.31
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	6.45	166.78	164.78	2.00	0.22	166.93	1.6	1.7	5.0	34.6	3.37
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	8.70	166.70	162.40	4.30	0.12	166.79	1.1	1.3	7.7	14.4	5.34
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	10.14	166.67	162.80	3.87	0.16	166.74	1.4	1.1	7.1	23.4	2.76
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	10.11	166.66	163.01	3.65	0.17	166.74	1.4	1.1	7.0	25.5	2.65
RIU MANNU	-2564.5		Bridge												
RIU MANNU	-2587	TR 500	2431.0	156.17	10.24	166.41	163.45	2.96	0.19	166.49	1.5	1.2	6.2	28.9	2.46
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	10.30	166.41	163.11	3.30	0.17	166.49	1.4	1.2	6.6	26.5	2.54
RIU MANNU	-2596	TR 500	2431.0	156.07	10.34	166.41	163.05	3.36	0.17	166.48	1.4	1.1	6.2	24.6	2.57
RIU MANNU	-2603.5		Bridge												
RIU MANNU	-2611	TR 500	2431.0	155.98	10.26	166.24	162.65	3.59	0.17	166.31	1.3	1.1	6.3	23.4	2.63
RIU MANNU	-2616	TR 500	2431.0	155.96	10.28	166.24	162.55	3.69	0.16	166.30	1.3	1.1	6.4	21.7	2.65
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	10.58	166.13	162.53	3.60	0.20	166.25	1.6	1.5	6.1	32.6	3.95
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	10.90	166.02	161.34	4.68	0.22	166.17	1.8	1.7	7.0	41.4	4.05
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	11.26	166.00	161.03	4.97	0.17	166.09	1.4	1.3	7.0	26.2	3.91
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	11.59	166.00	160.37	5.63	0.13	166.06	1.1	1.0	7.6	15.8	4.16

RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

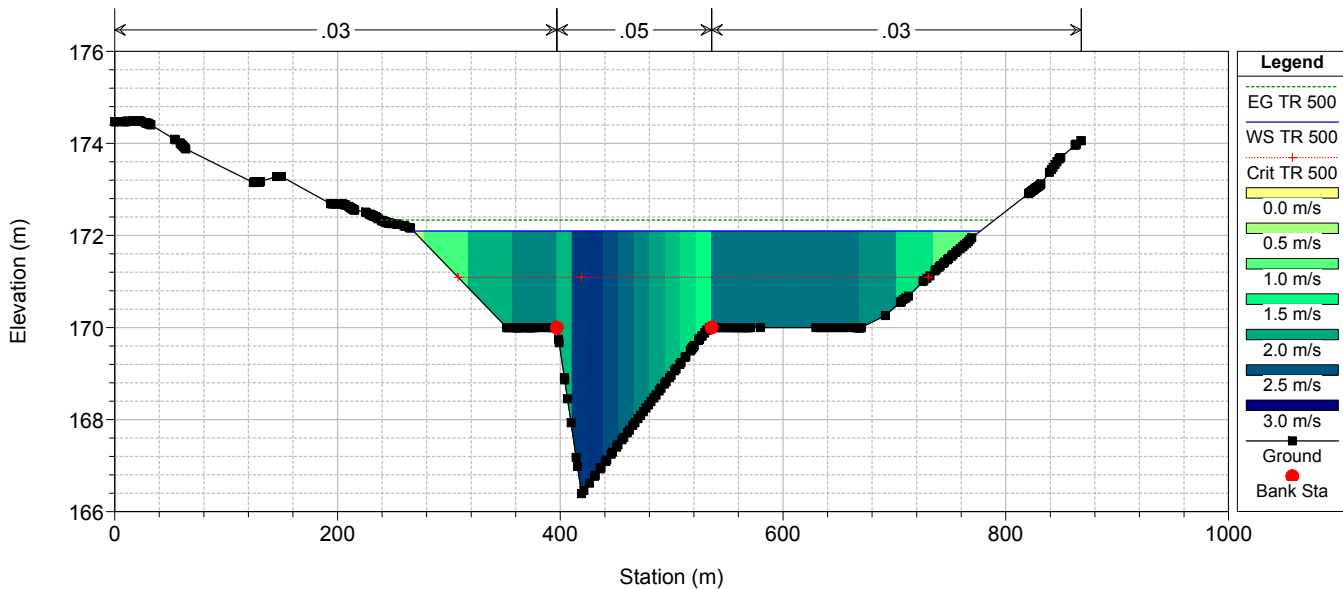
RIU MANNU RIU MANNU



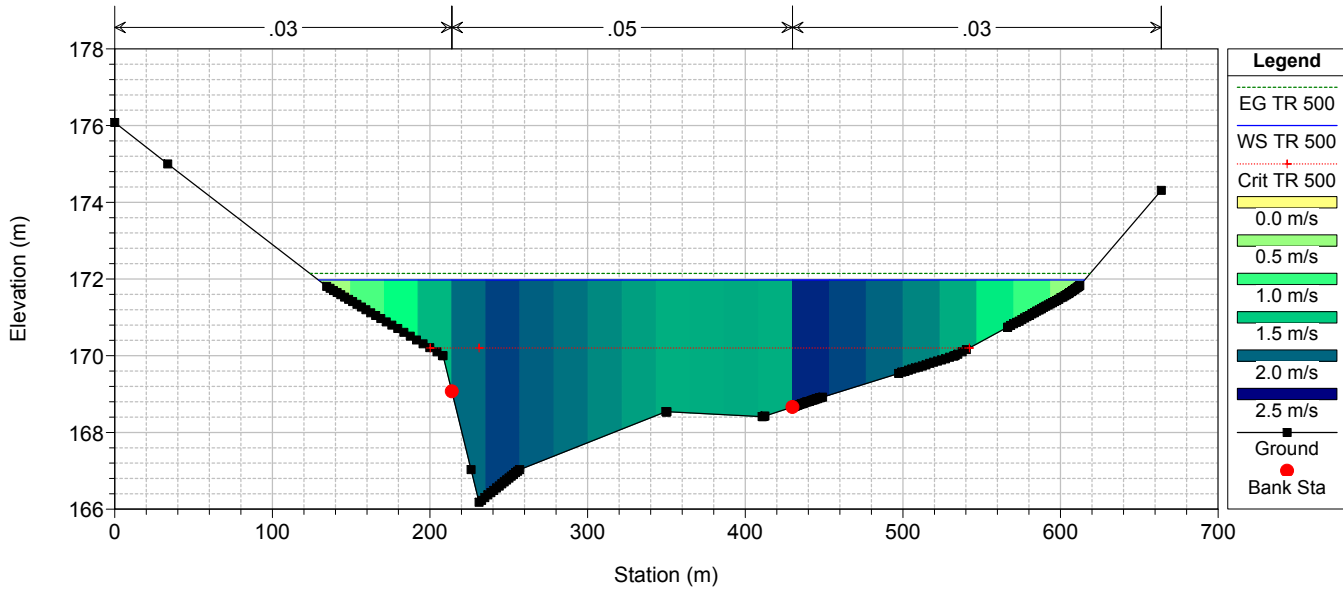
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



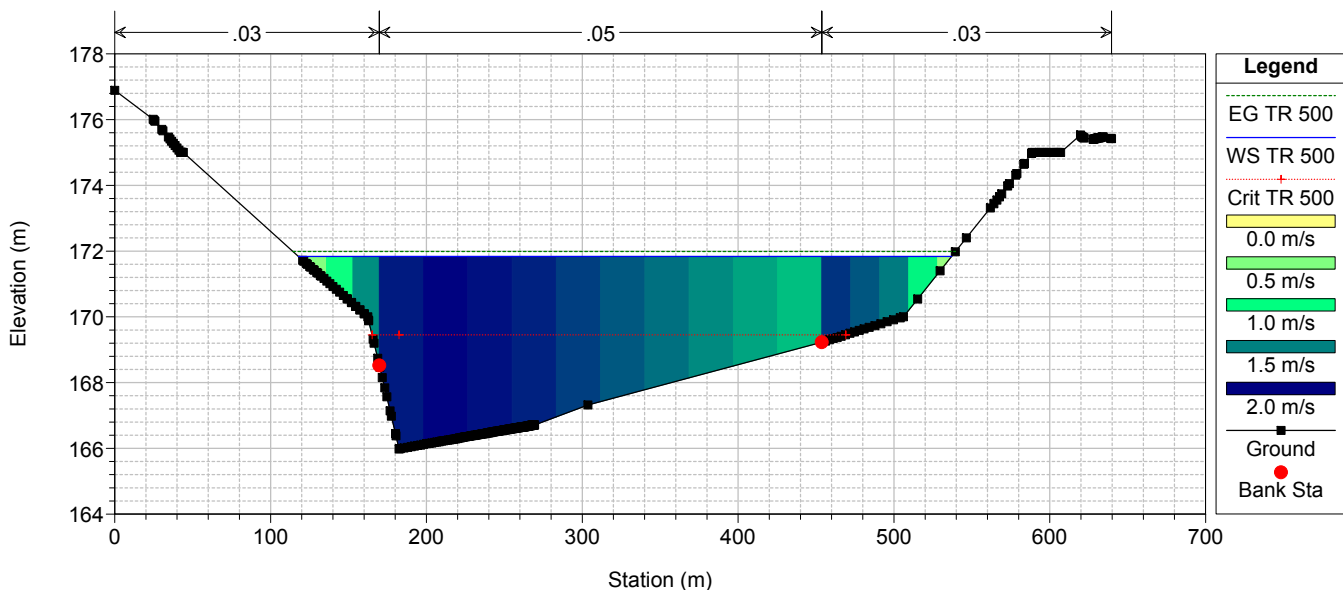
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



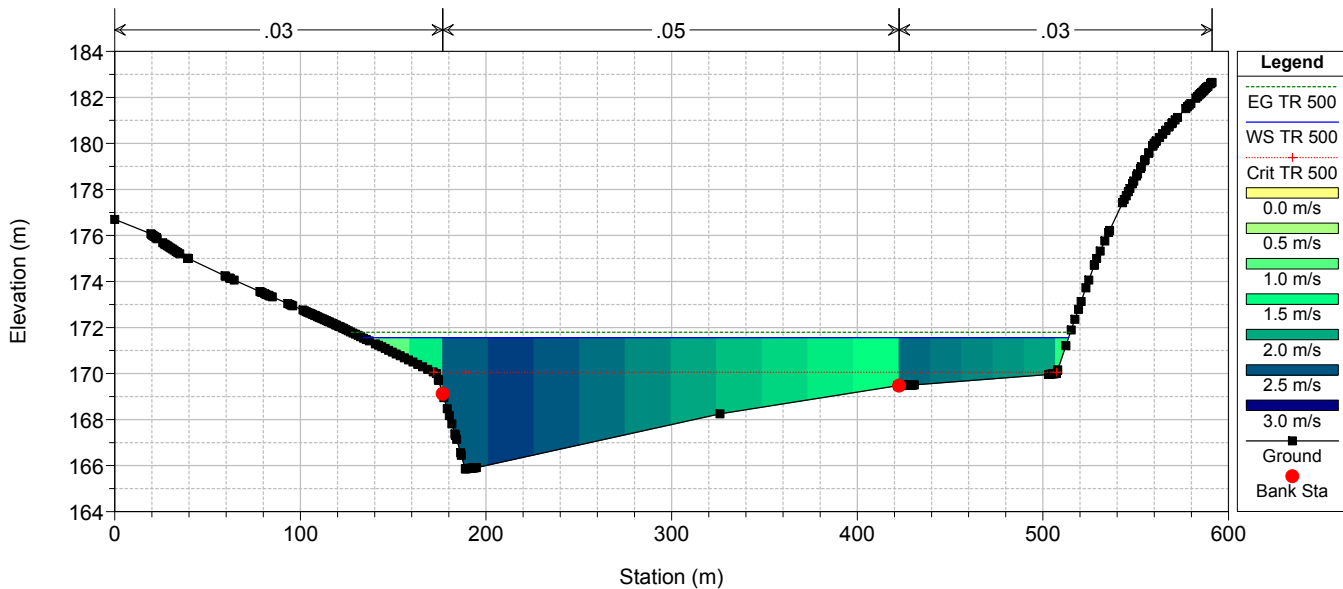
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



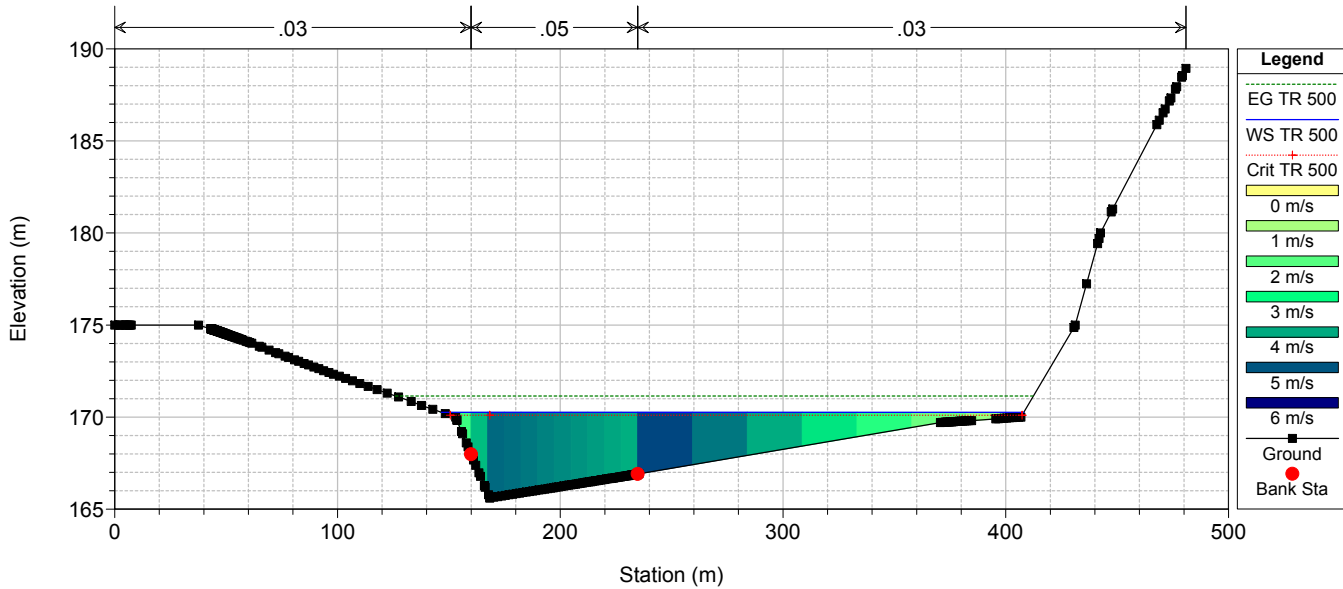
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



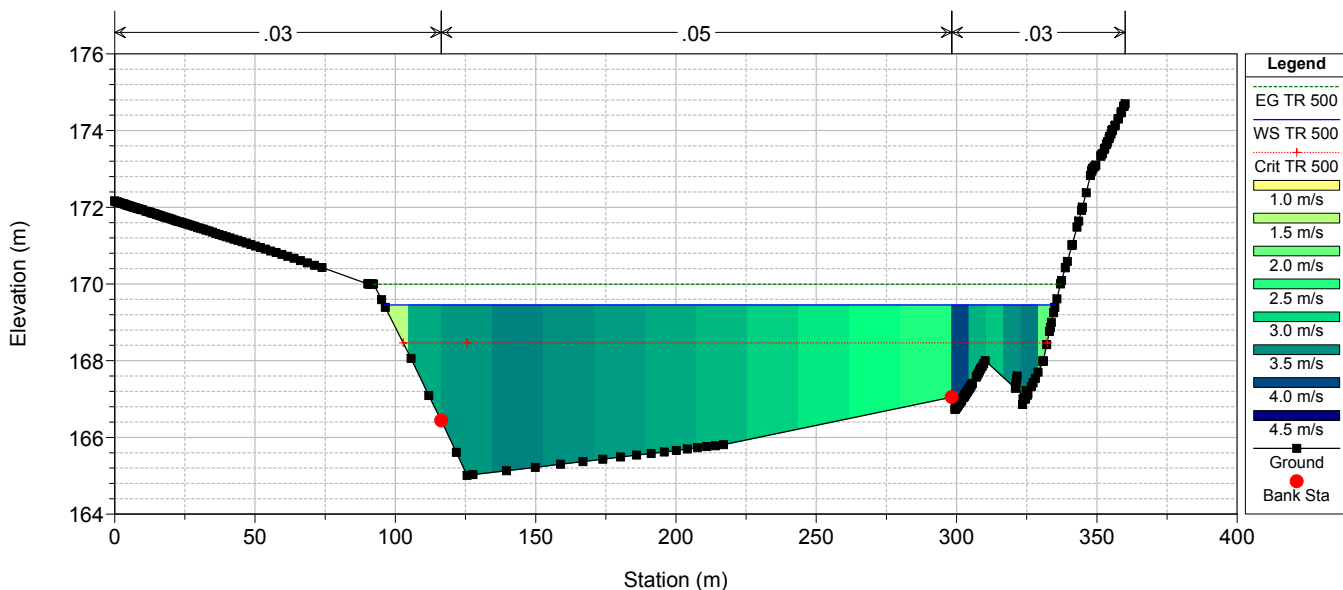
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



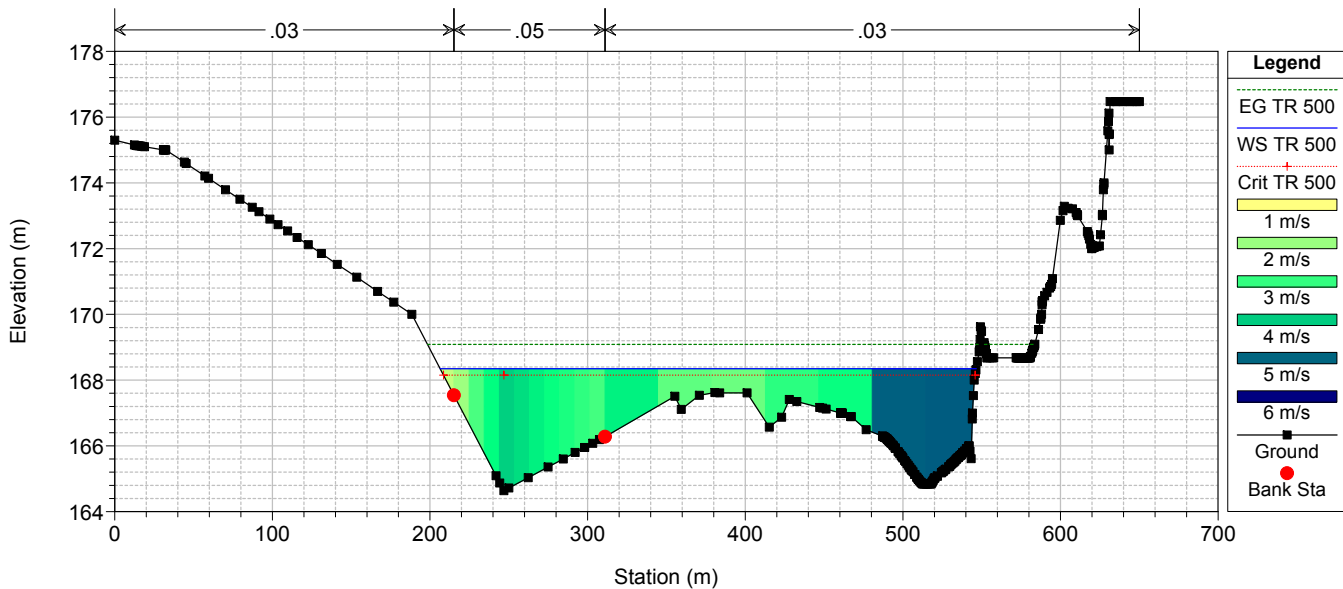
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



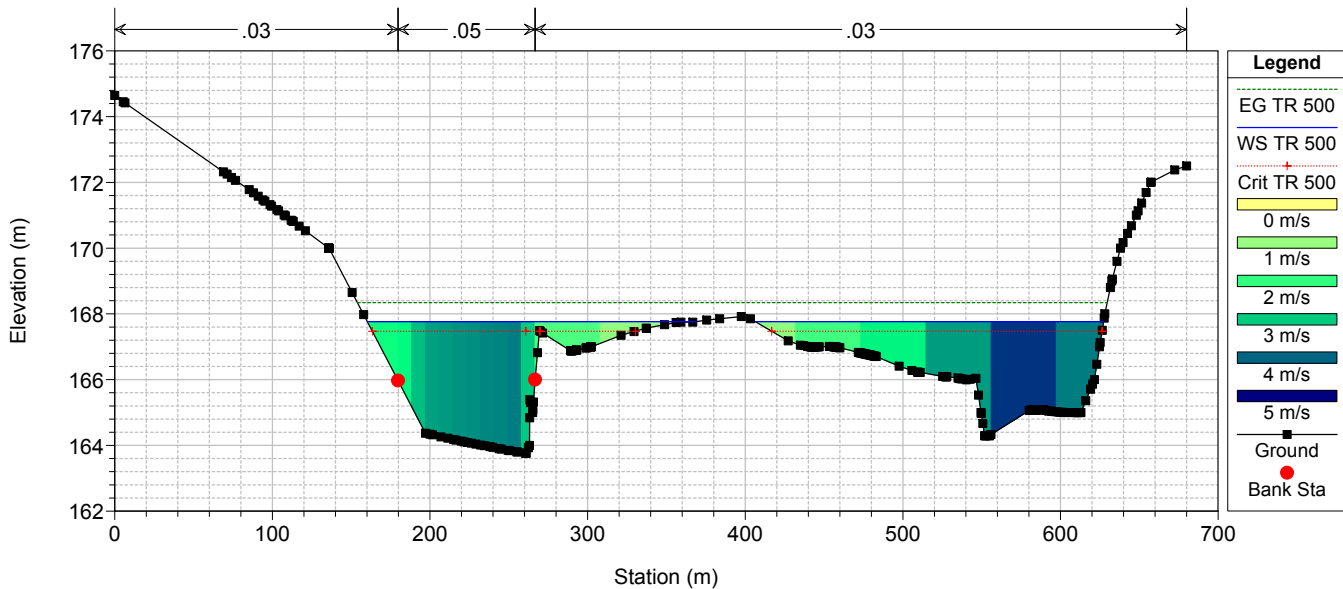
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



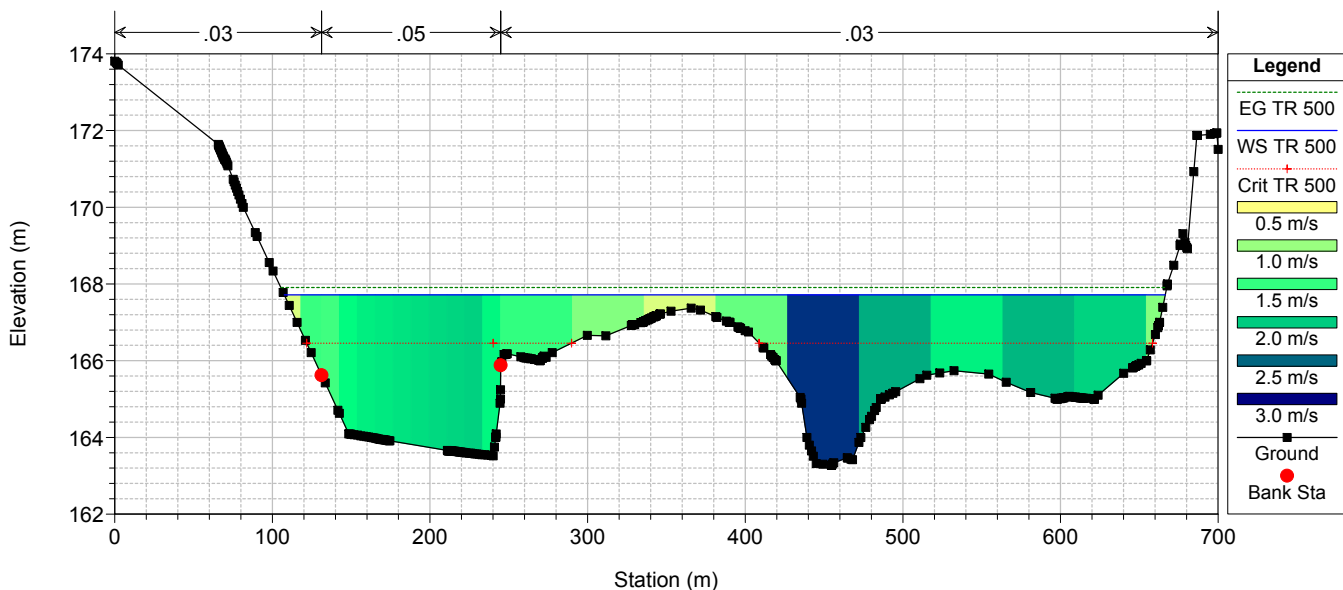
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



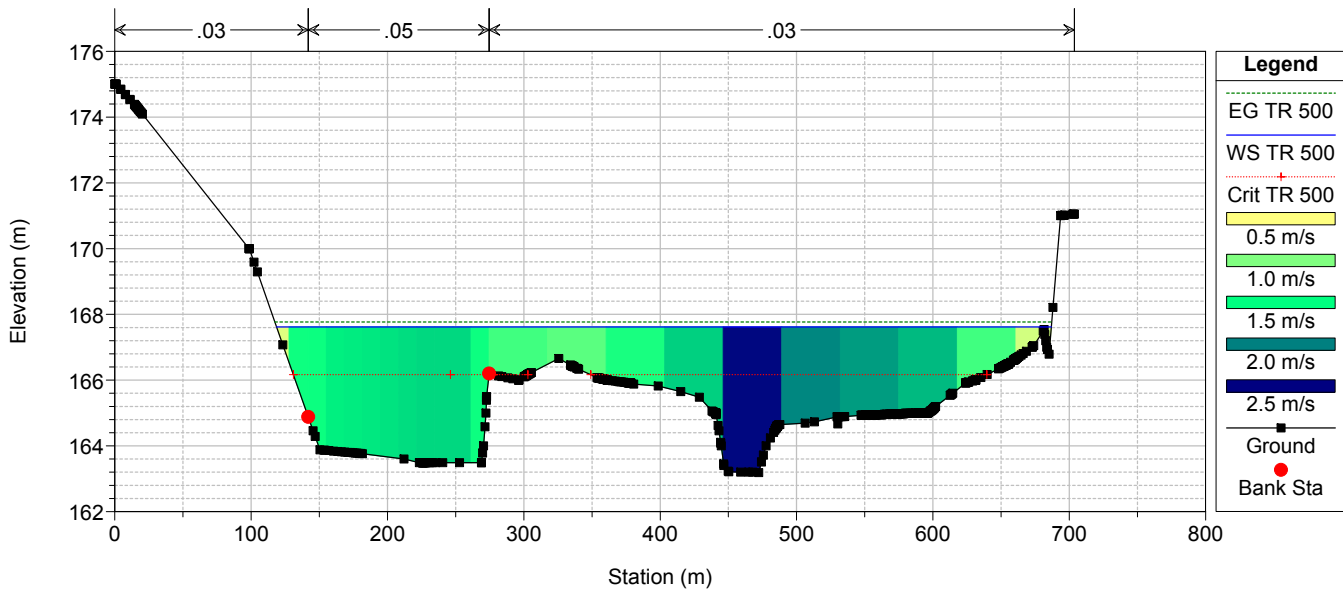
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



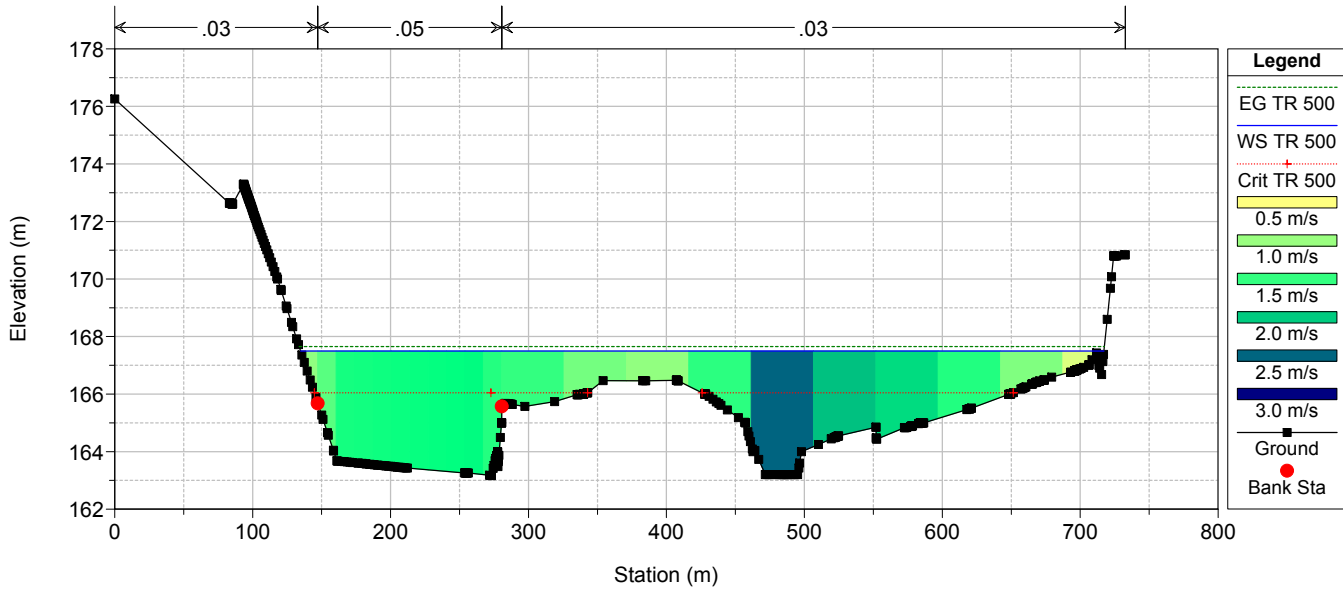
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



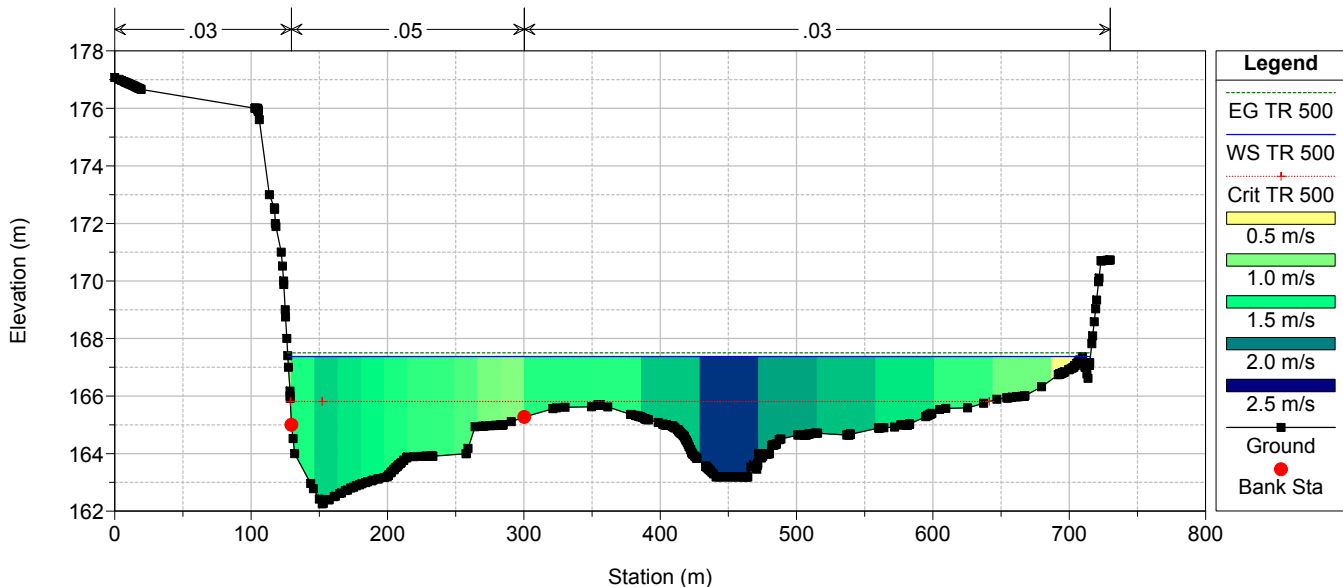
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



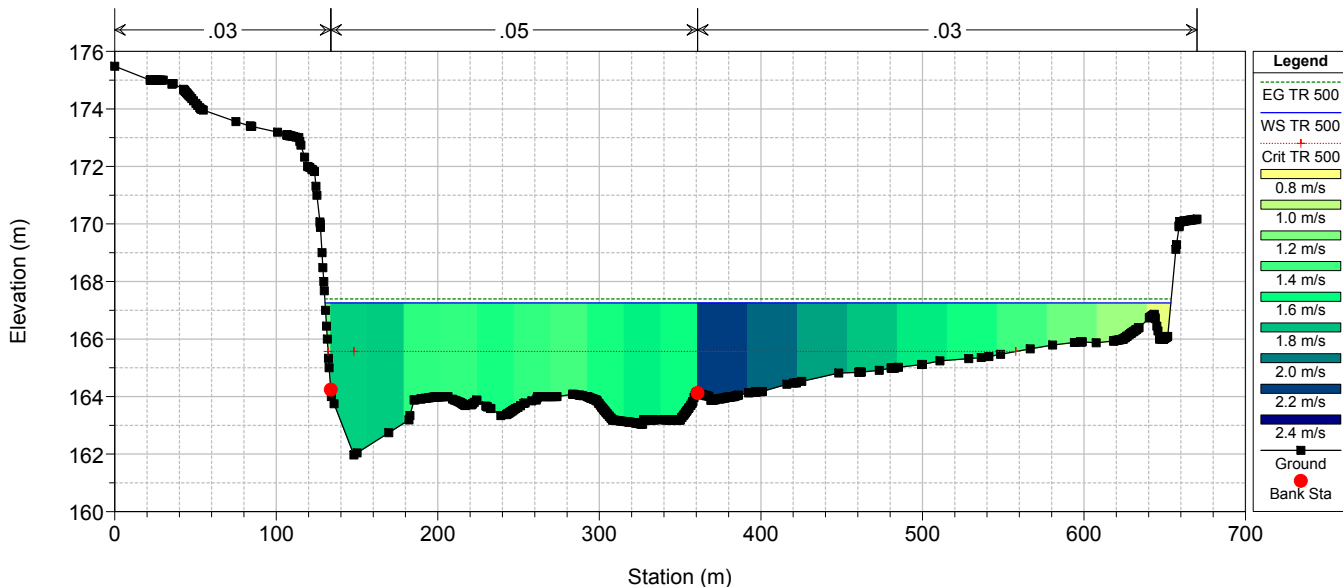
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



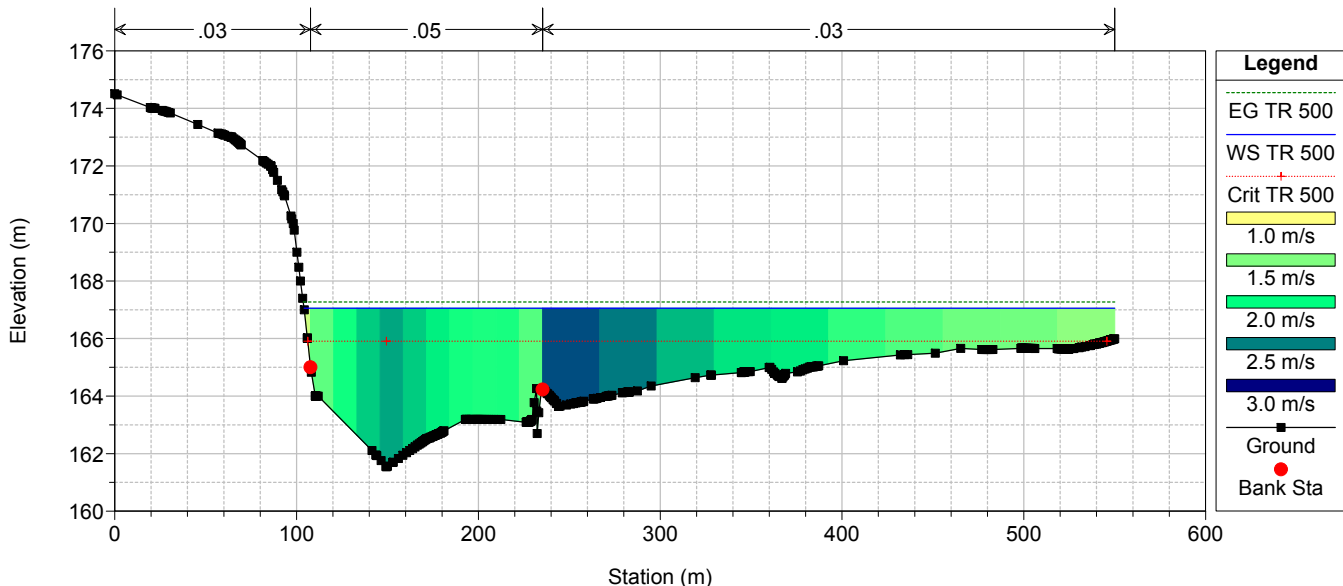
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



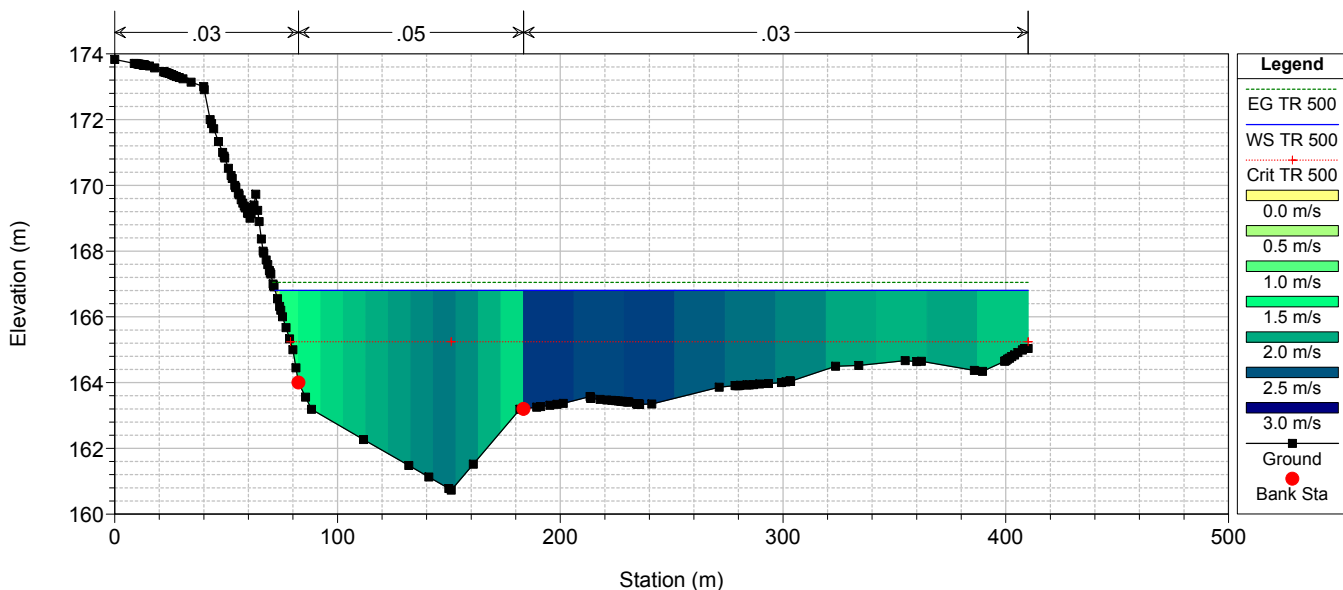
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



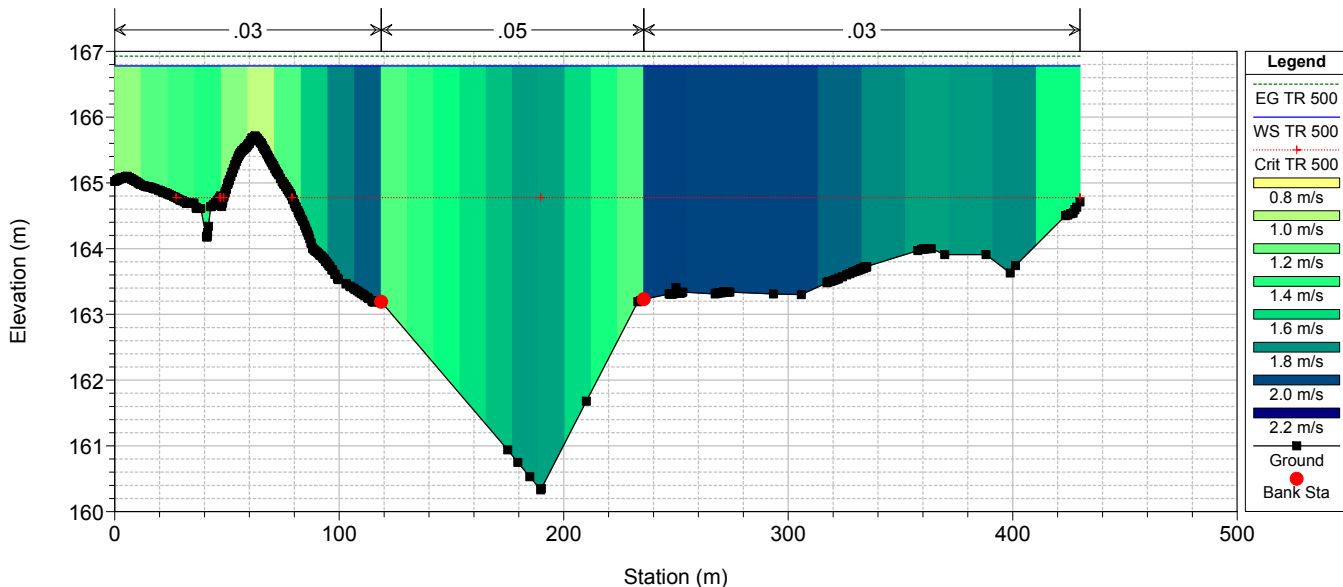
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



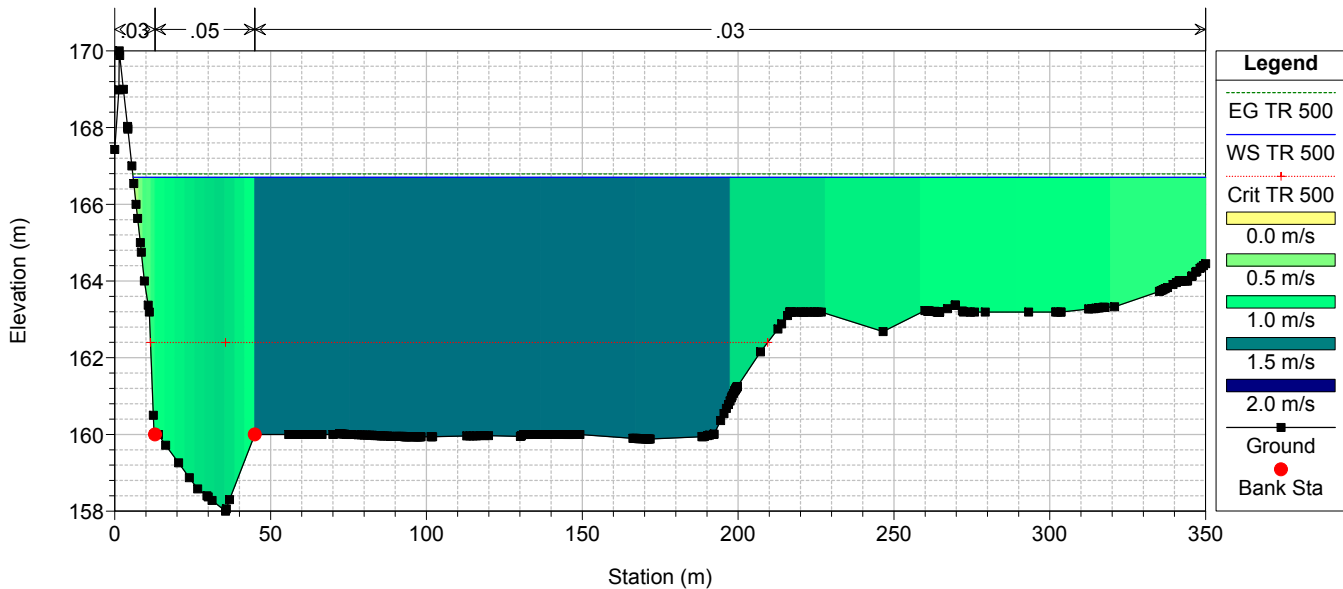
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

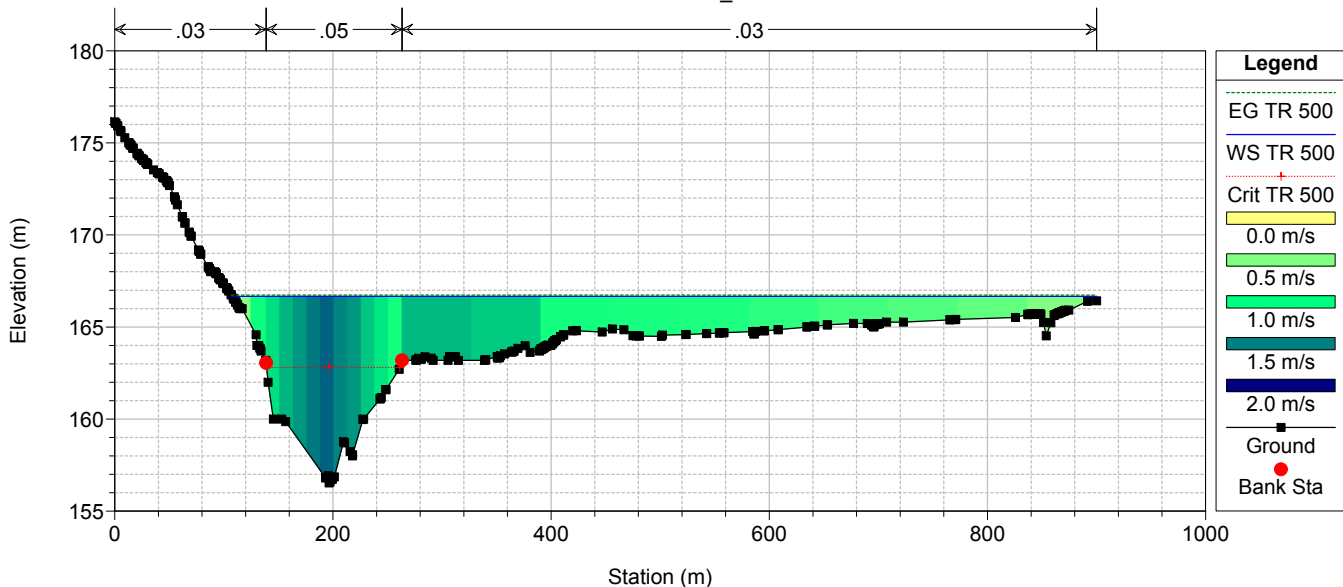


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



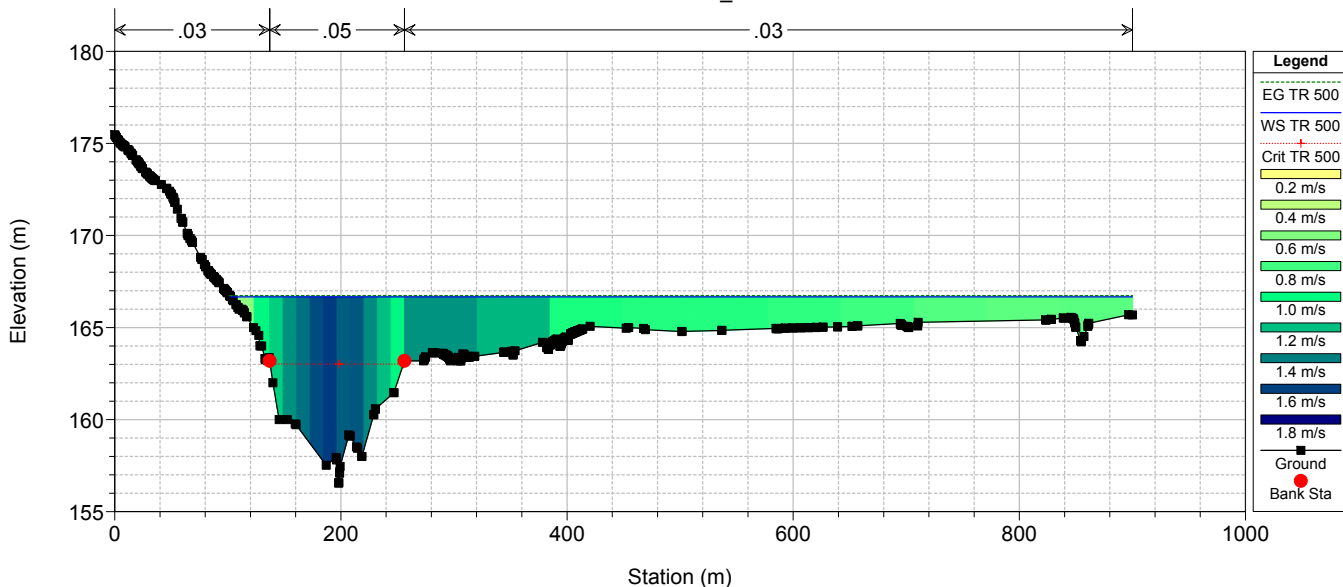
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

Ponte SS597_M.5



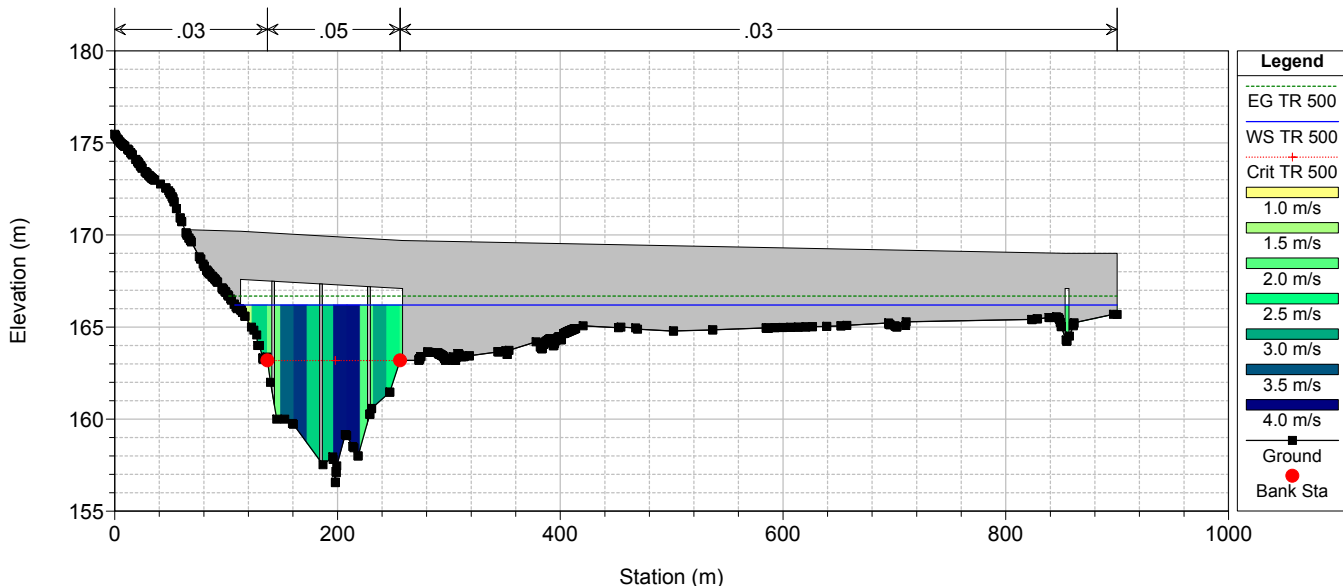
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

Ponte SS597_M.4

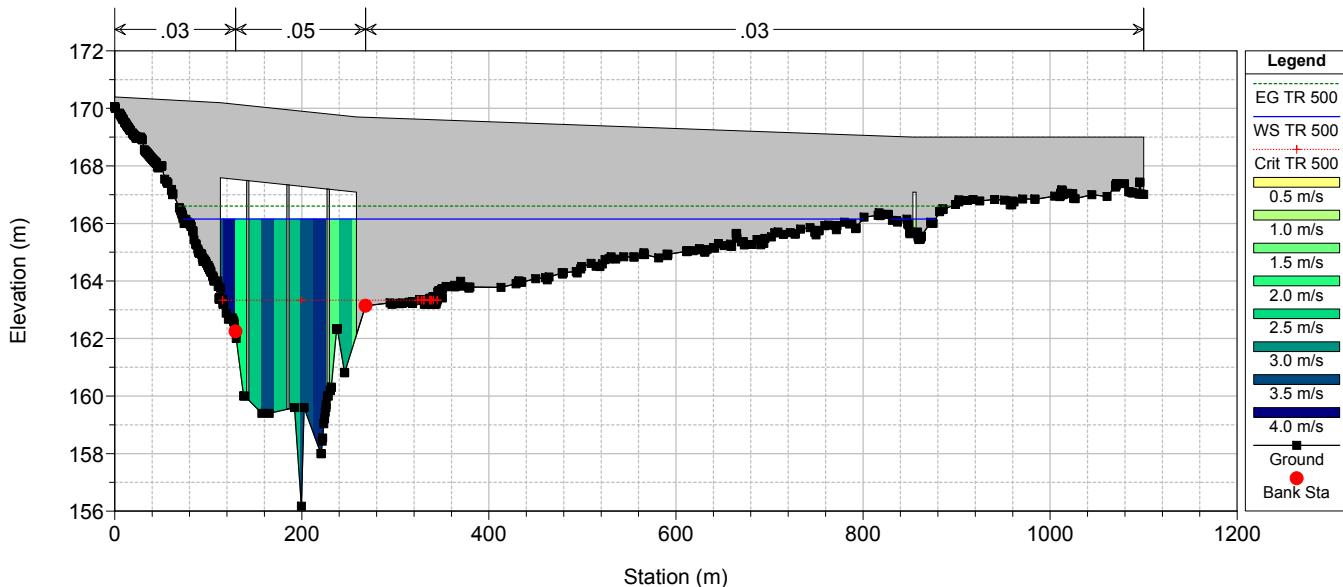


RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)

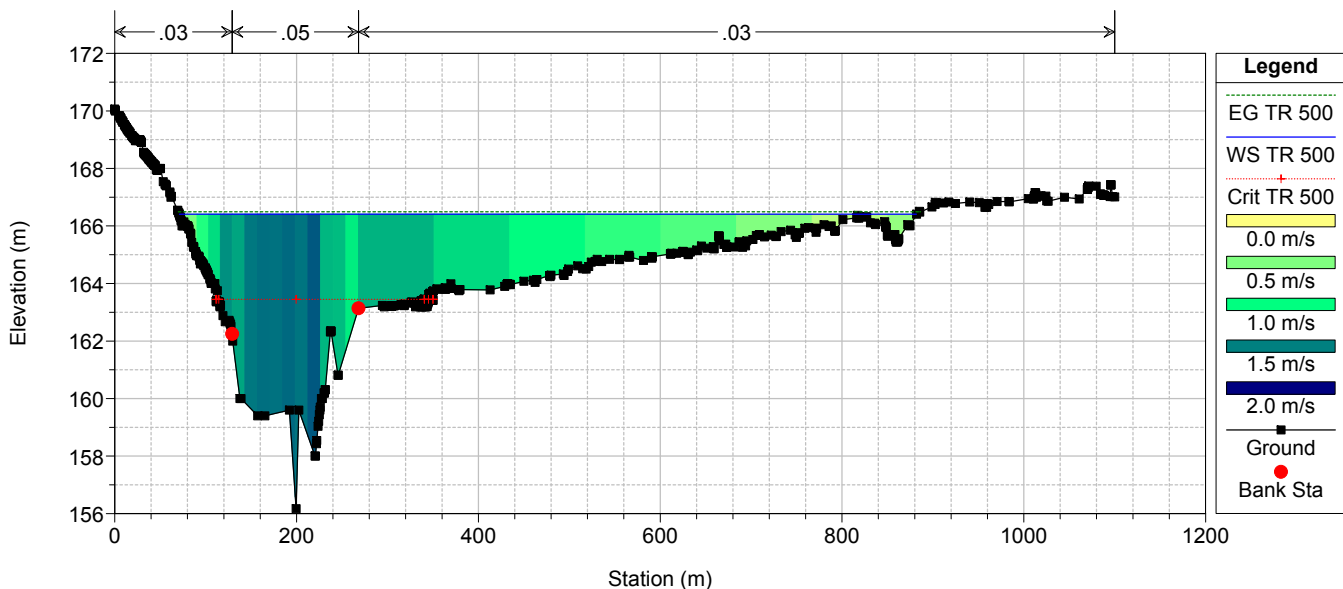
NUOVO PONTE SS597



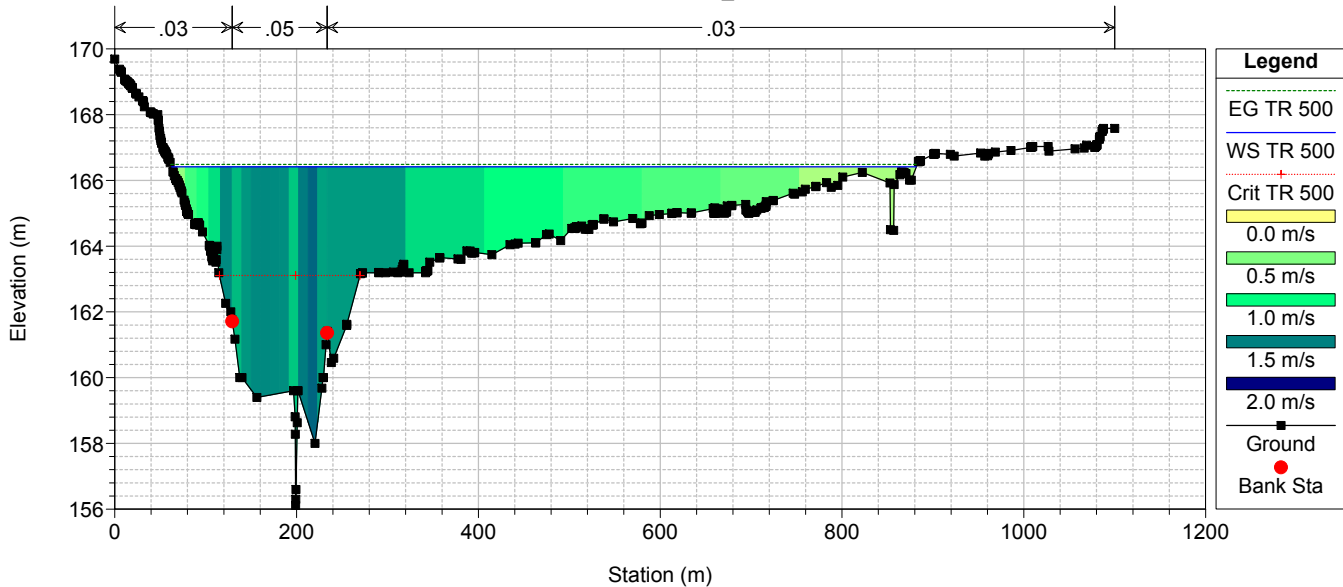
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
 NUOVO PONTE SS597



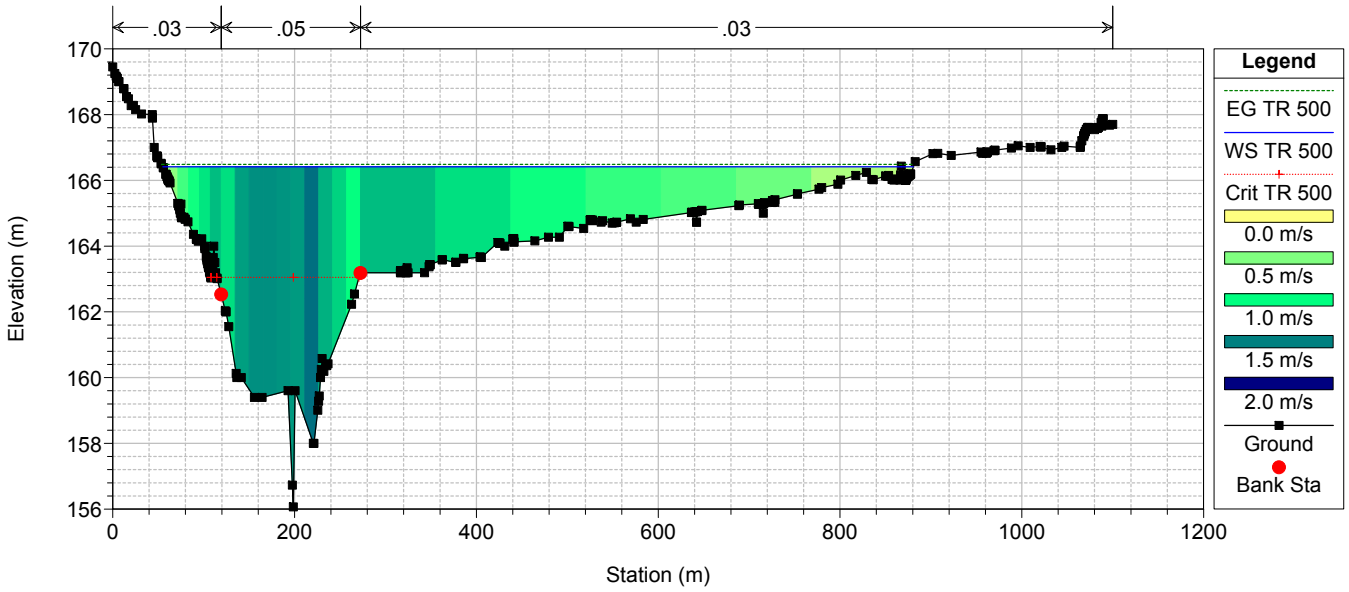
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



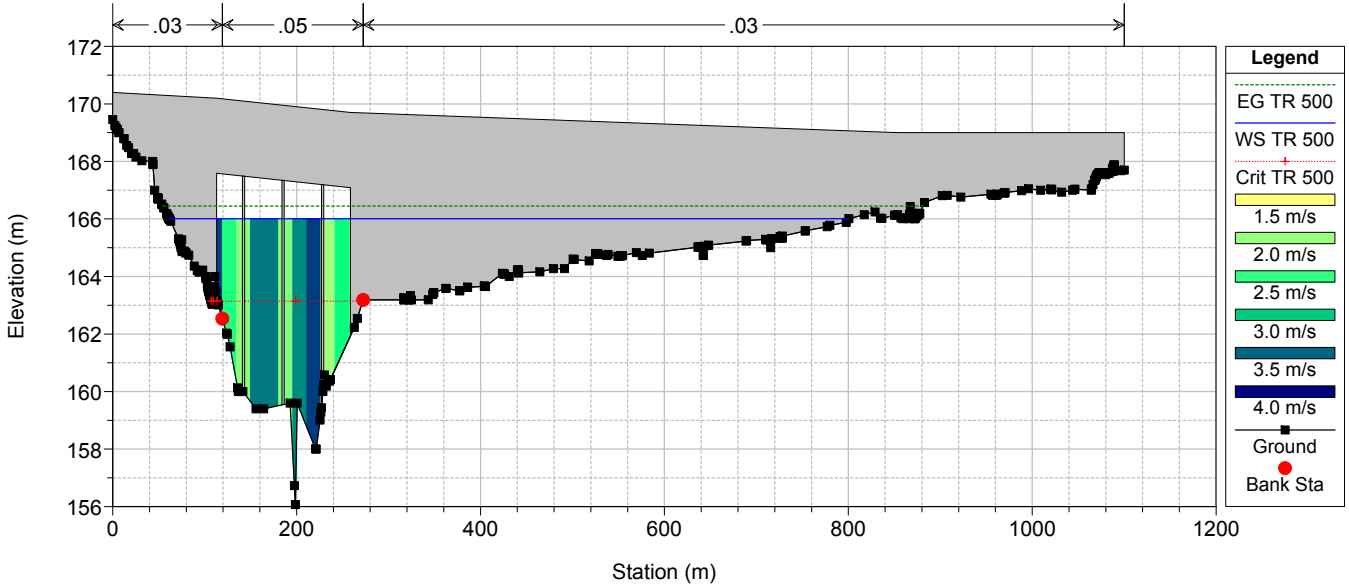
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
 Ponte SS597_V.2



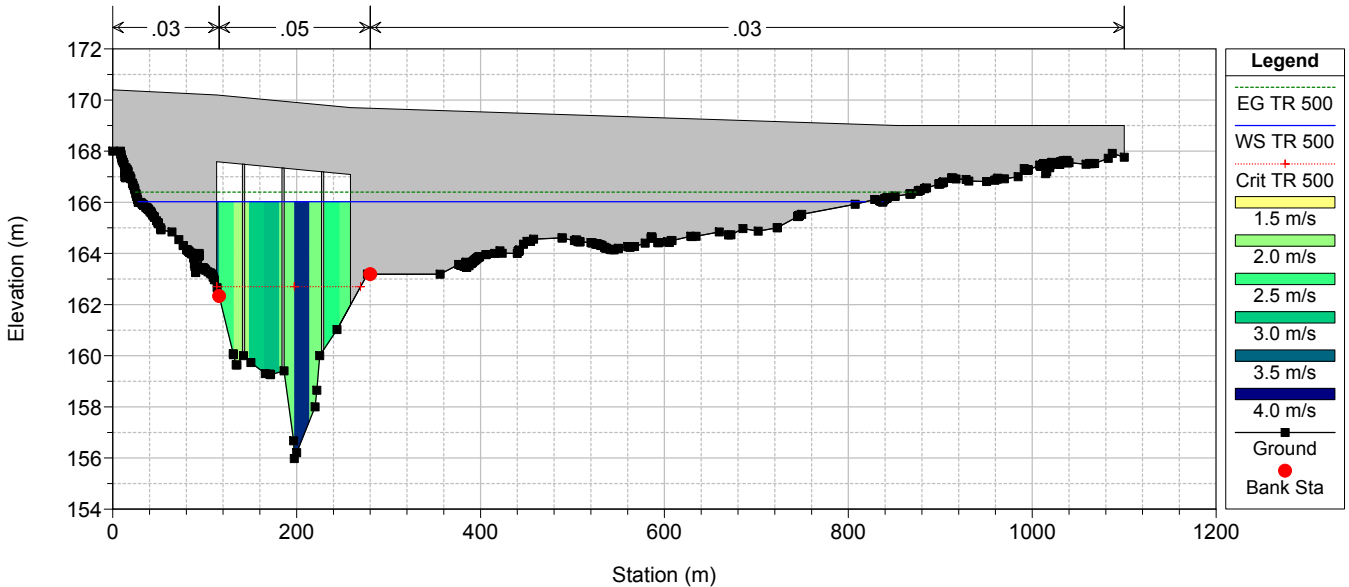
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



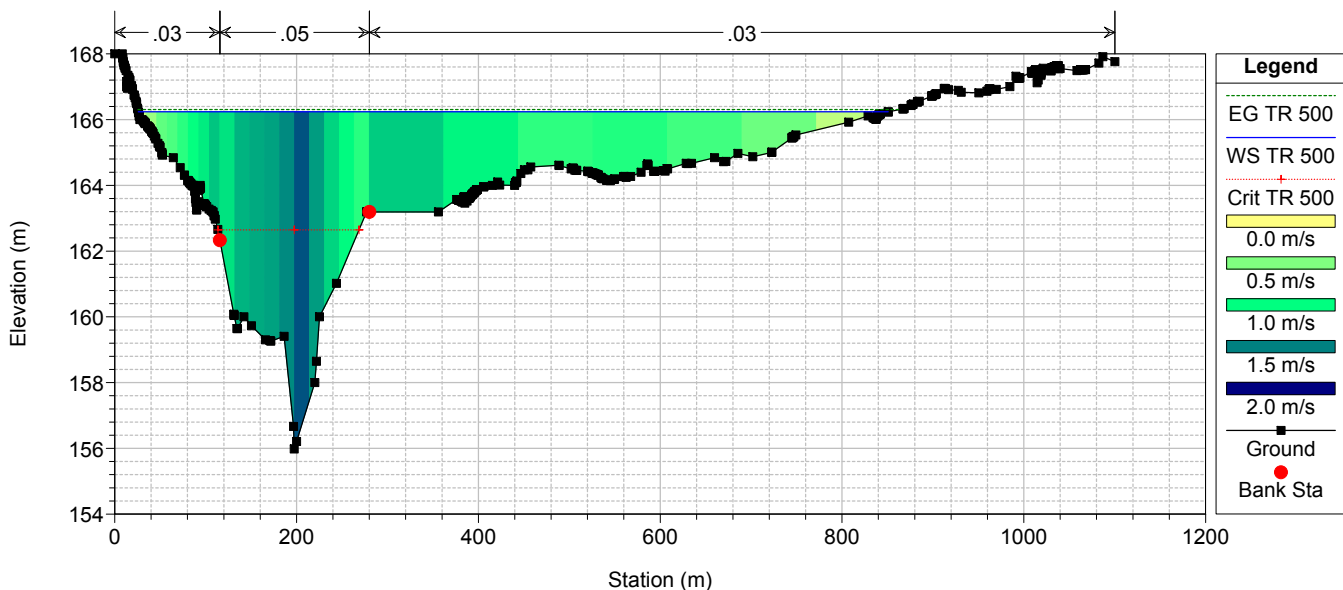
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
PONTE Viab. SV7



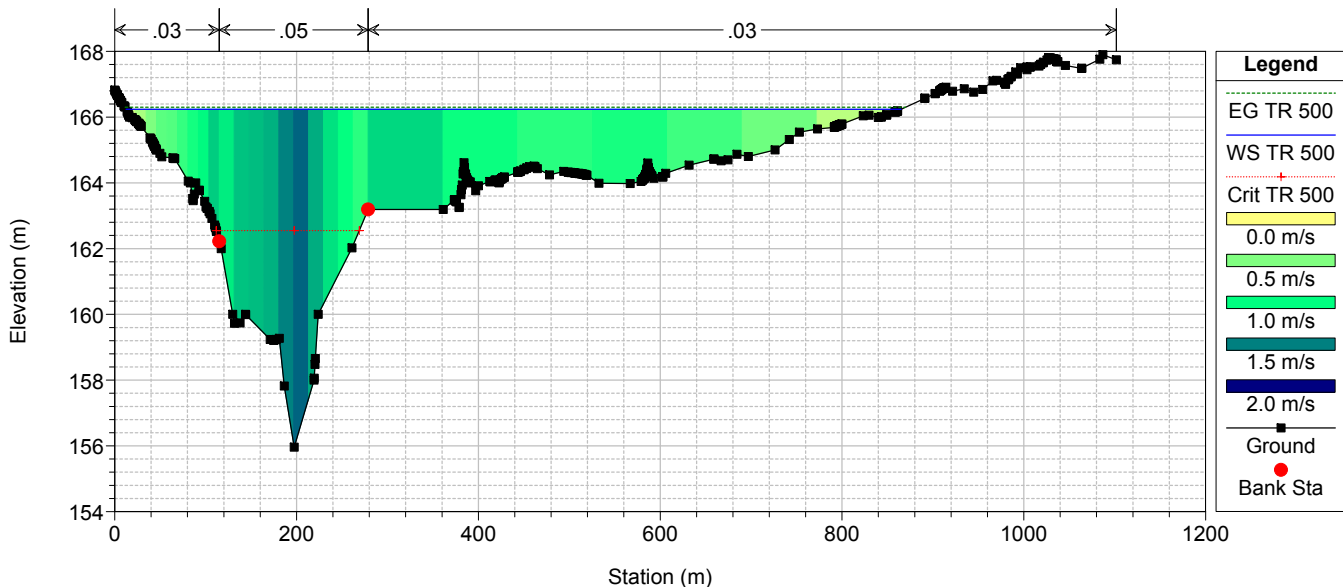
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)
PONTE Viab. SV7



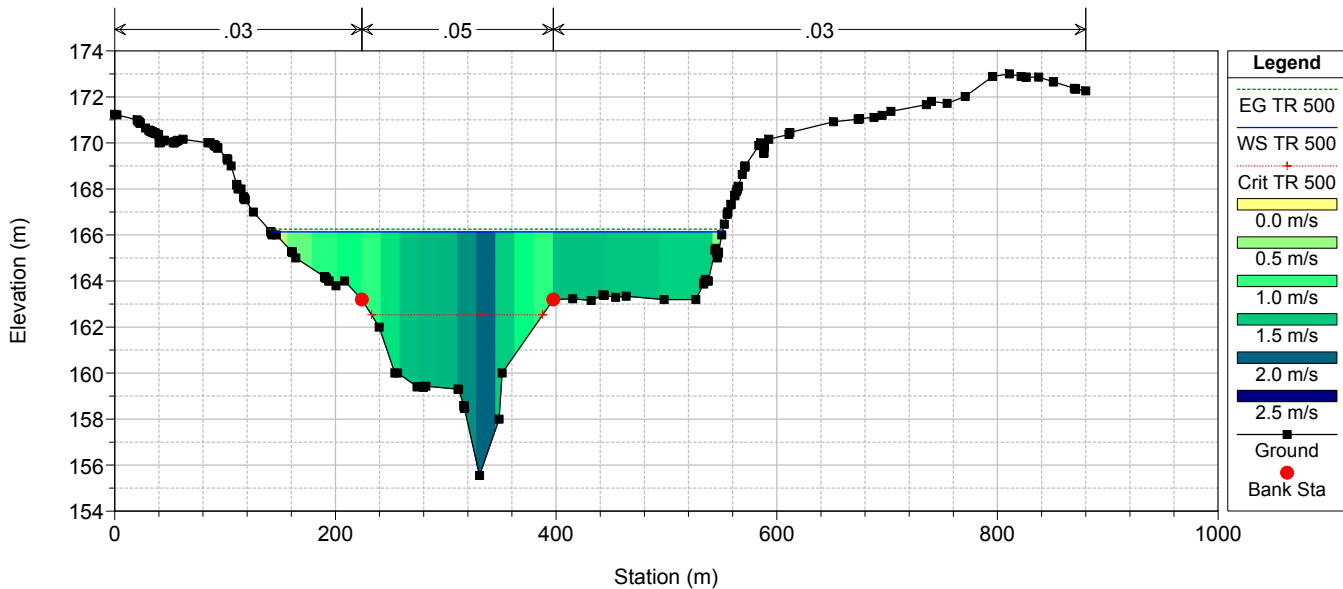
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



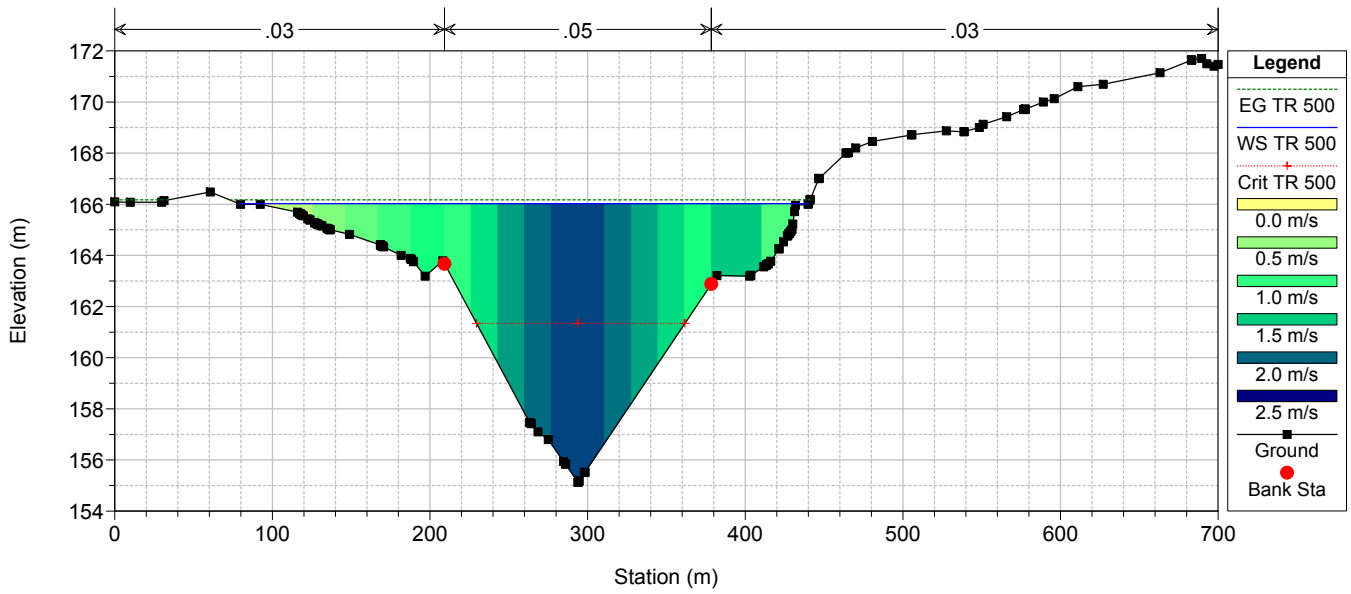
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



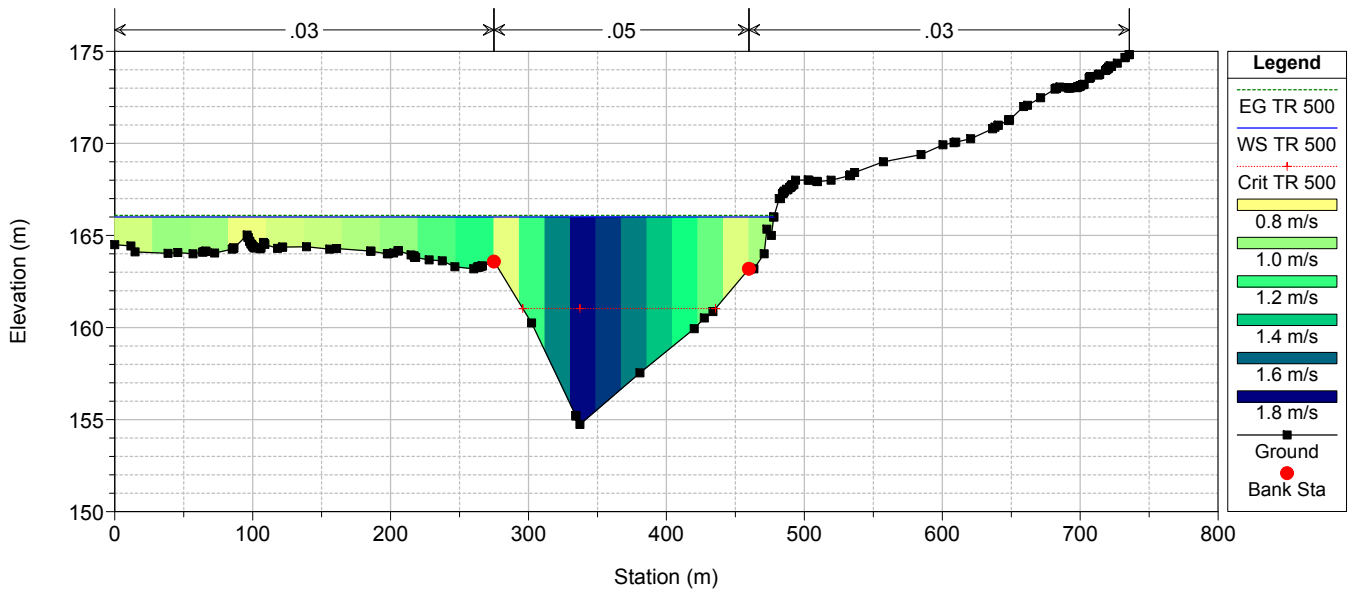
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



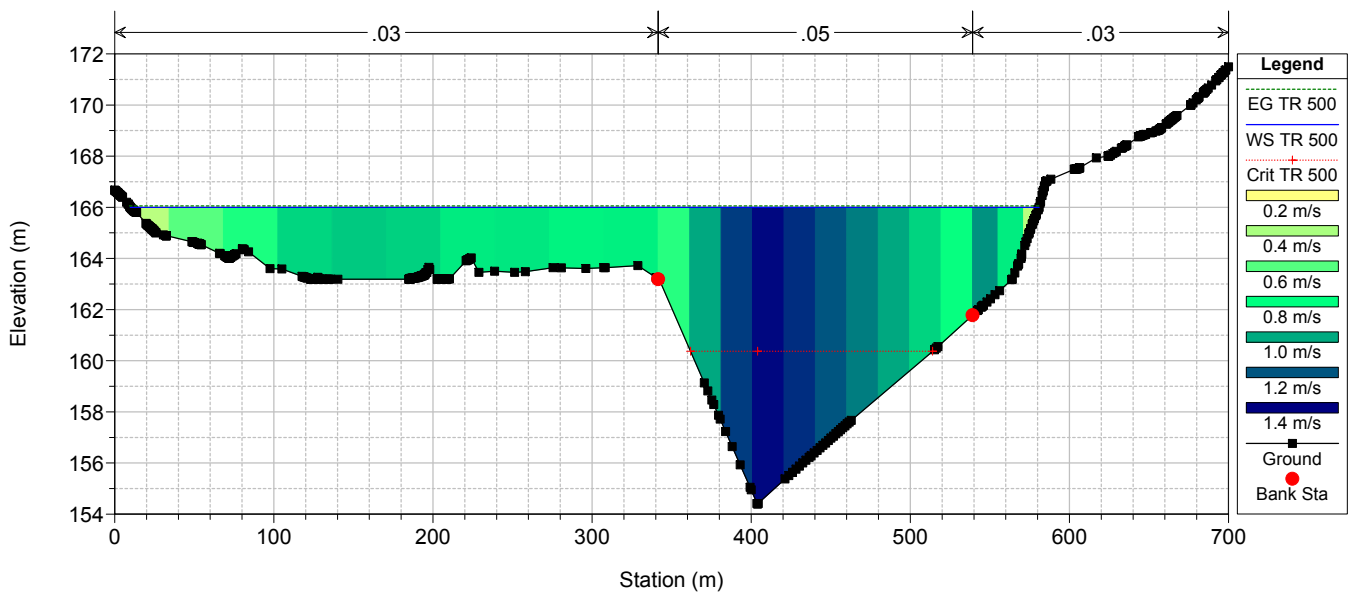
RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



RIU MANNU_POST_OPERAM_MAX_INVASO(166)



ALLEGATO 4

RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI
BERCHIDDA (CONFIGURAZIONE PROVVISORIALE)

ALLEGATO 4.1

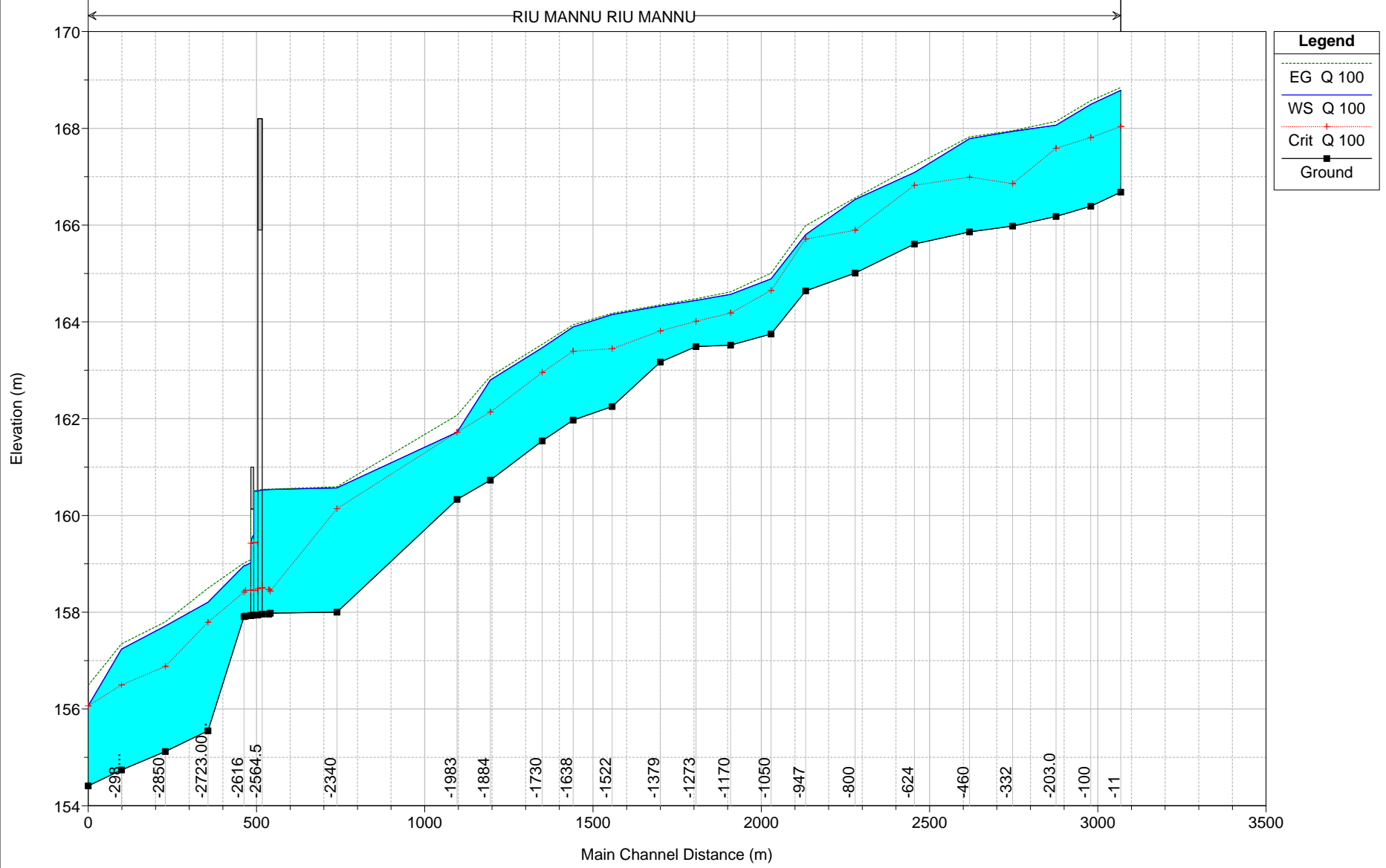
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici ($Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$)

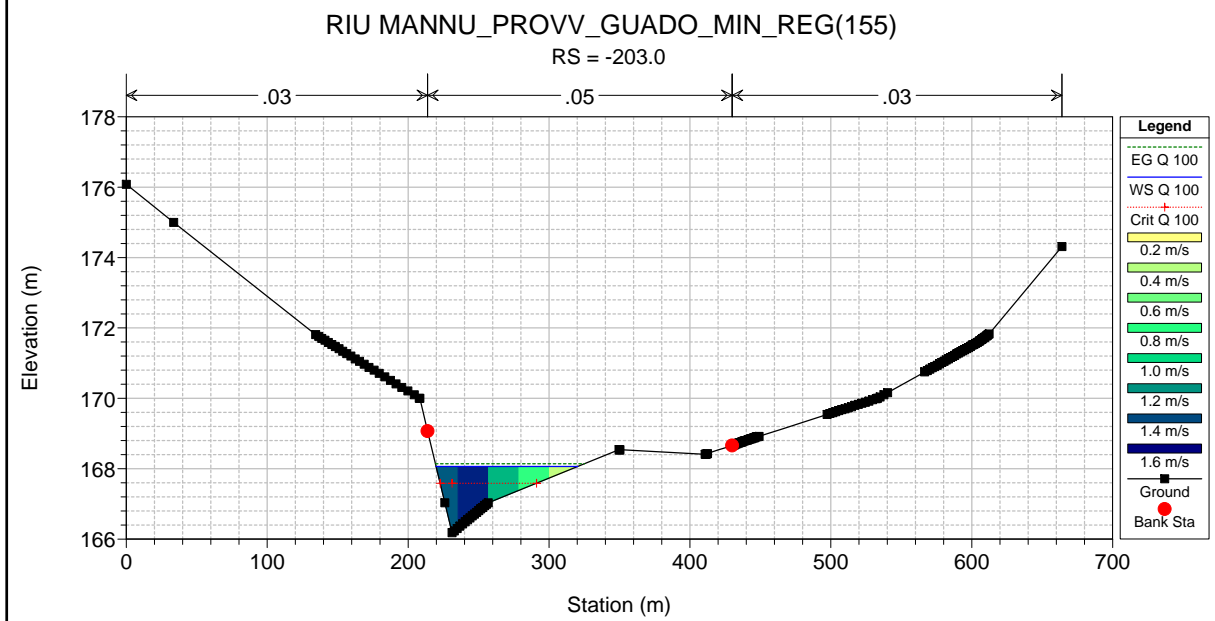
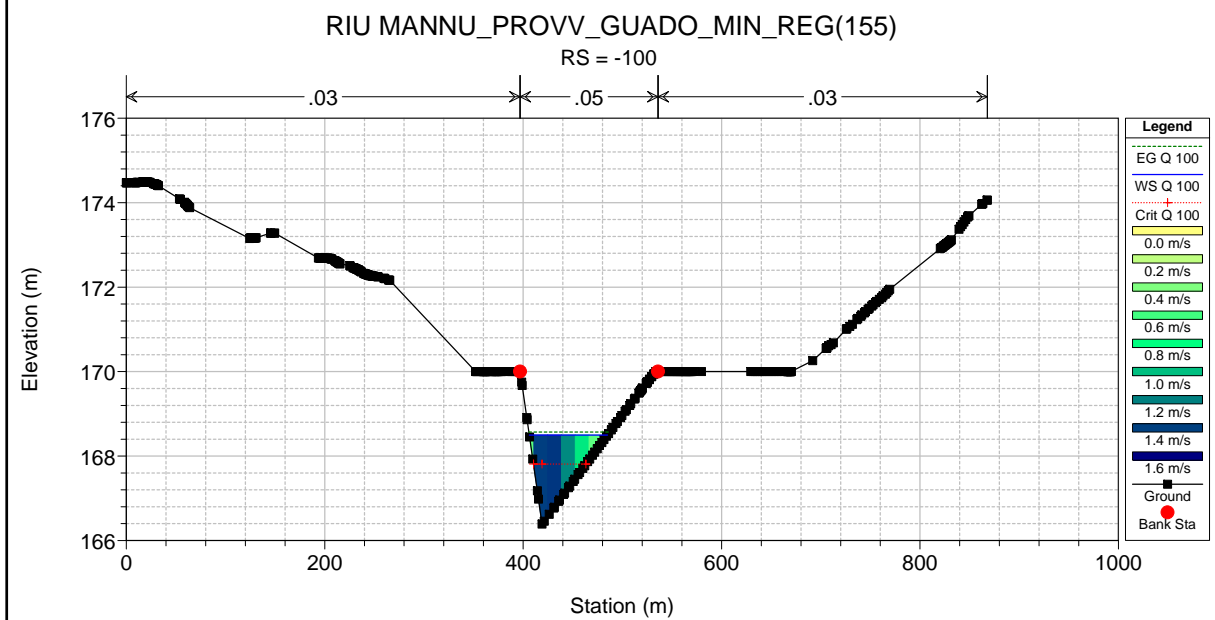
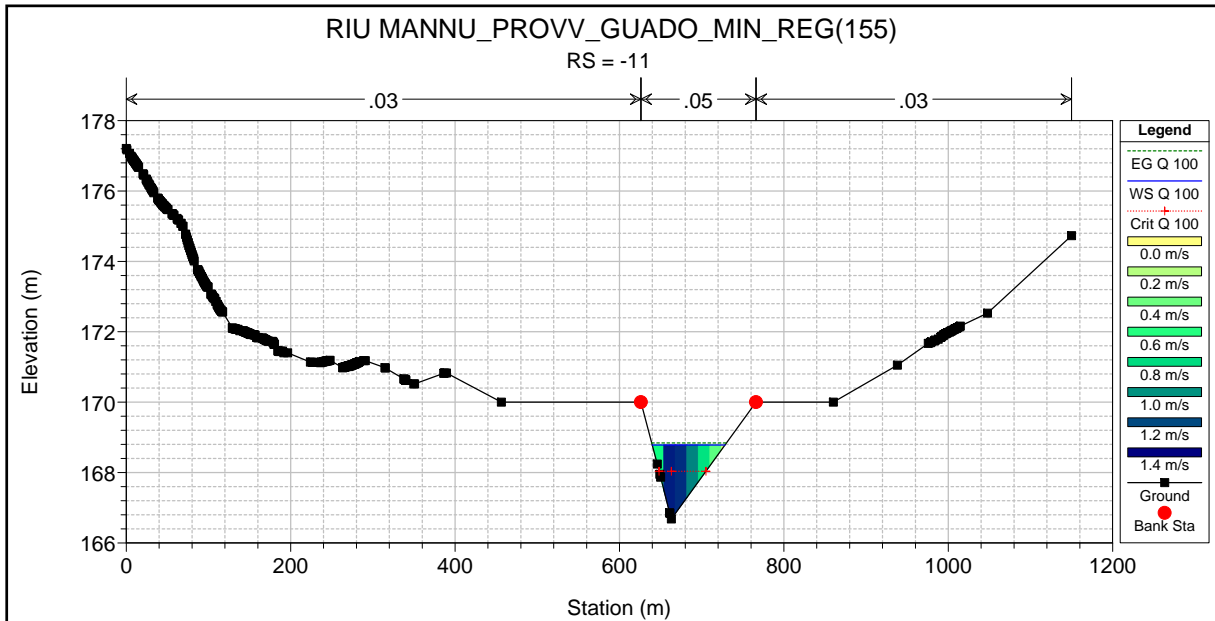
HEC-RAS Plan: PROV_GUADO_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: Q 100

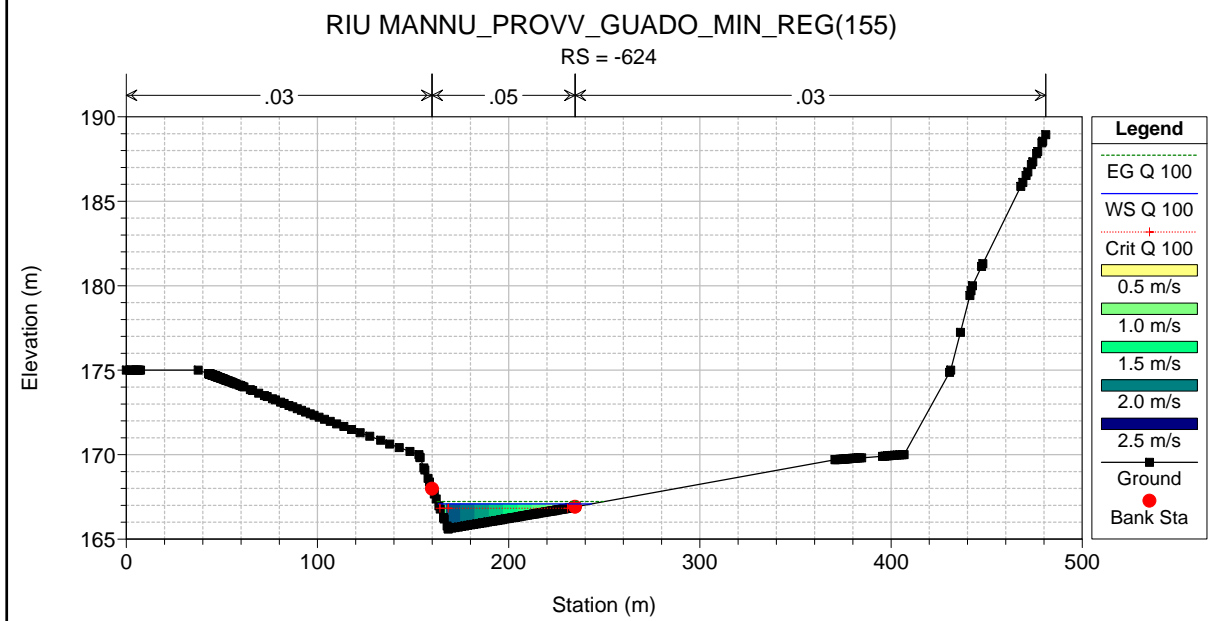
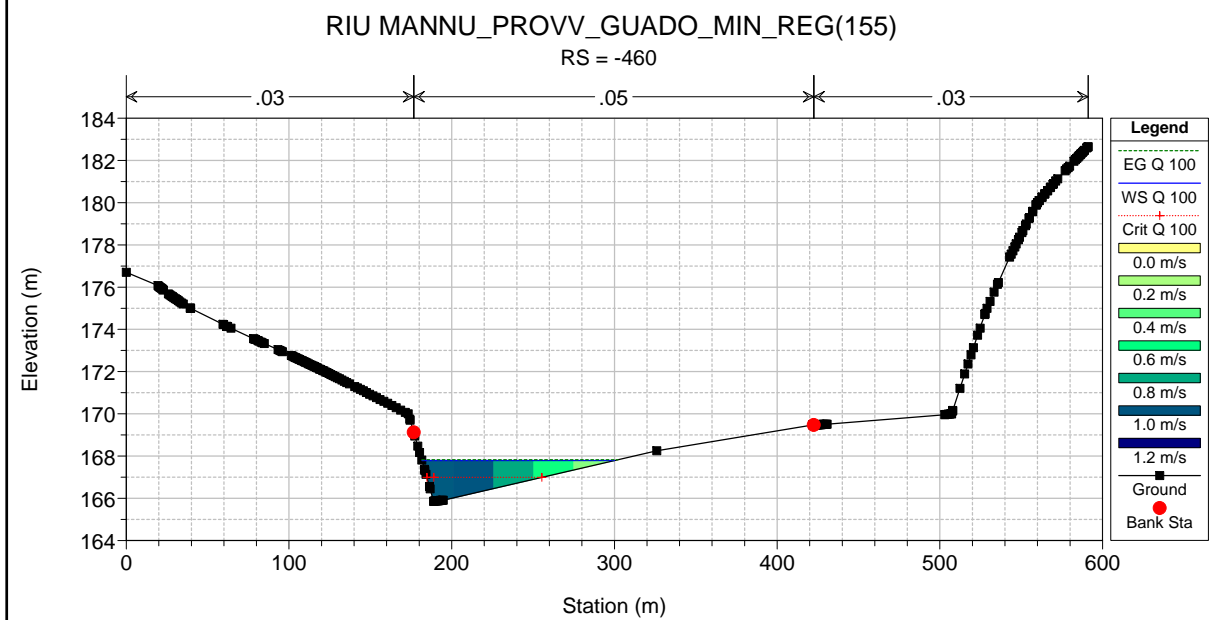
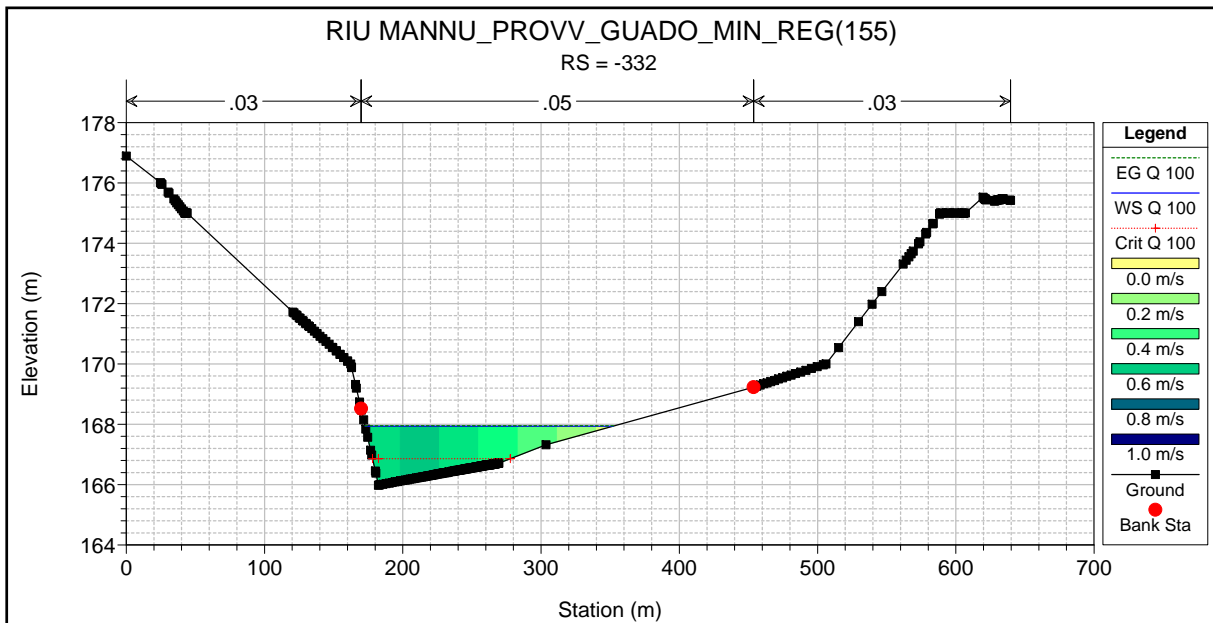
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	Q 100	100.0	166.68	2.10	168.78	168.04	0.74	0.33	168.84	1.1	1.1	1.0	27.8	1.05
RIU MANNU	-100	Q 100	100.0	166.39	2.11	168.50	167.81	0.69	0.38	168.57	1.2	1.2	1.0	35.5	1.05
RIU MANNU	-203.0	Q 100	100.0	166.18	1.88	168.07	167.59	0.48	0.44	168.14	1.2	1.2	0.8	40.2	0.81
RIU MANNU	-332	Q 100	100.0	165.98	1.96	167.94	166.86	1.08	0.16	167.95	0.5	0.5	1.1	6.3	1.08
RIU MANNU	-460	Q 100	100.0	165.86	1.93	167.79	166.99	0.80	0.27	167.82	0.9	0.9	1.0	18.0	0.99
RIU MANNU	-624	Q 100	100.0	165.61	1.48	167.09	166.82	0.27	0.59	167.23	1.7	1.7	0.8	74.6	0.74
RIU MANNU	-800	Q 100	100.0	165.01	1.52	166.53	165.89	0.64	0.27	166.56	0.8	0.8	0.9	16.0	0.86
RIU MANNU	-947	Q 100	100.0	164.64	1.16	165.80	165.71	0.09	0.60	165.99	1.4	1.8	0.6	61.3	0.56
RIU MANNU	-1050	Q 100	100.0	163.75	1.14	164.89	164.65	0.24	0.55	165.01	1.5	1.5	0.8	62.6	0.68
RIU MANNU	-1170	Q 100	100.0	163.52	1.30	164.57	164.18	0.39	0.24	164.62	0.7	0.9	0.7	11.5	0.80
RIU MANNU	-1273	Q 100	100.0	163.49	1.25	164.44	164.01	0.43	0.21	164.48	0.6	0.7	0.8	8.9	0.83
RIU MANNU	-1379	Q 100	100.0	163.17	1.16	164.33	163.81	0.52	0.21	164.35	0.6	0.7	0.9	9.9	0.82
RIU MANNU	-1522	Q 100	100.0	162.25	1.90	164.15	163.45	0.70	0.22	164.18	0.6	0.7	0.8	10.3	0.76
RIU MANNU	-1638	Q 100	100.0	161.97	1.93	163.90	163.40	0.50	0.36	163.94	0.9	0.9	0.7	23.8	0.65
RIU MANNU	-1730	Q 100	100.0	161.54	1.92	163.46	162.96	0.50	0.44	163.54	1.2	1.2	0.8	38.1	0.76
RIU MANNU	-1884	Q 100	100.0	160.73	2.07	162.80	162.14	0.66	0.39	162.88	1.2	1.2	1.0	36.6	1.03
RIU MANNU	-1983	Q 100	100.0	160.33	1.39	161.72	161.72	0.00	1.01	162.07	2.6	2.6	0.7	191.9	0.69
RIU MANNU	-2340	Q 100	100.0	158.00	2.57	160.57	160.14	0.43	0.19	160.59	0.8	0.7	1.6	12.5	0.78
RIU MANNU	-2538	Q 100	100.0	157.98	2.56	160.54	158.44	2.10	0.07	160.54	0.4	0.4	2.4	2.5	2.46
RIU MANNU	-2542	Q 100	100.0	157.96	2.57	160.53	158.47	2.06	0.09	160.54	0.4	0.4	2.4	3.3	2.46
RIU MANNU	-2564.5	Bridge													
RIU MANNU	-2587	Q 100	100.0	157.94	2.57	160.51	158.45	2.06	0.09	160.51	0.4	0.4	2.4	3.3	2.46
RIU MANNU	-2591.5	Culvert													
RIU MANNU	-2596	Q 100	100.0	157.93	1.09	159.02	158.46	0.56	0.34	159.08	1.1	1.1	1.0	28.9	1.06
RIU MANNU	-2611	Q 100	100.0	157.92	1.05	158.97	158.45	0.52	0.36	159.03	1.1	1.1	1.0	32.0	1.03
RIU MANNU	-2616	Q 100	100.0	157.91	1.05	158.96	158.42	0.54	0.34	159.02	1.1	1.1	1.0	27.9	1.03
RIU MANNU	-2723.00	Q 100	100.0	155.55	2.66	158.21	157.79	0.42	0.65	158.50	2.4	2.4	1.4	126.3	1.38
RIU MANNU	-2850	Q 100	100.0	155.12	2.60	157.72	156.88	0.84	0.37	157.80	1.3	1.3	1.3	37.8	1.26
RIU MANNU	-2980	Q 100	100.0	154.74	2.50	157.24	156.50	0.74	0.42	157.35	1.5	1.5	1.2	48.6	1.25
RIU MANNU	-3079	Q 100	100.0	154.41	1.66	156.07	156.07	0.00	1.01	156.49	2.9	2.9	0.8	217.9	0.83

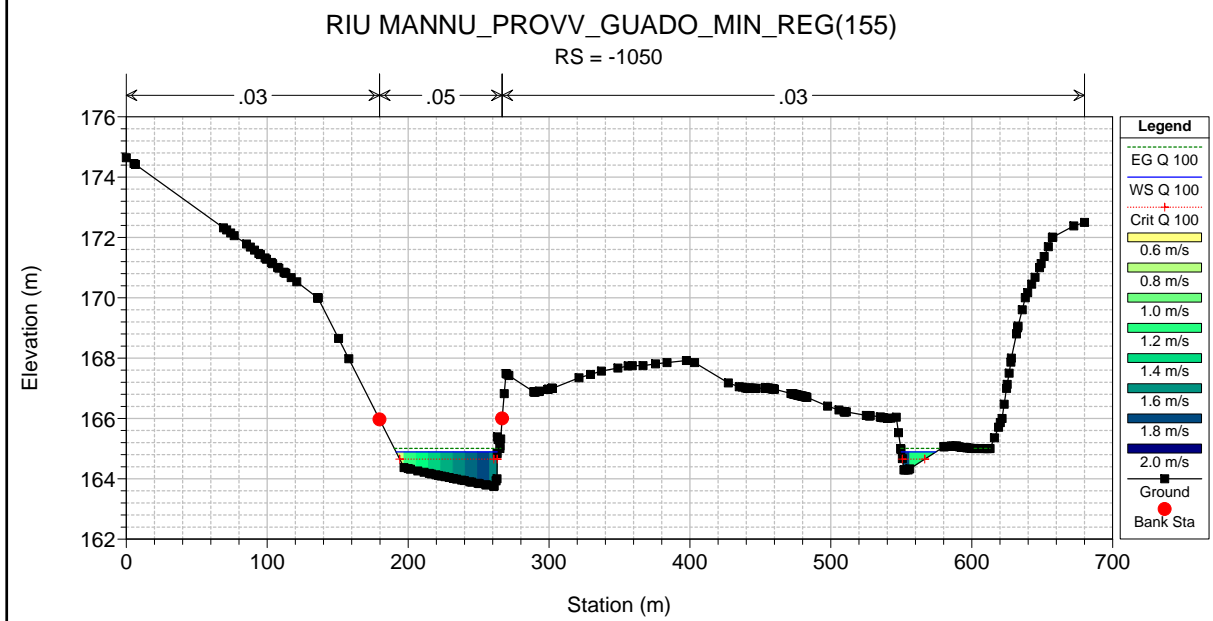
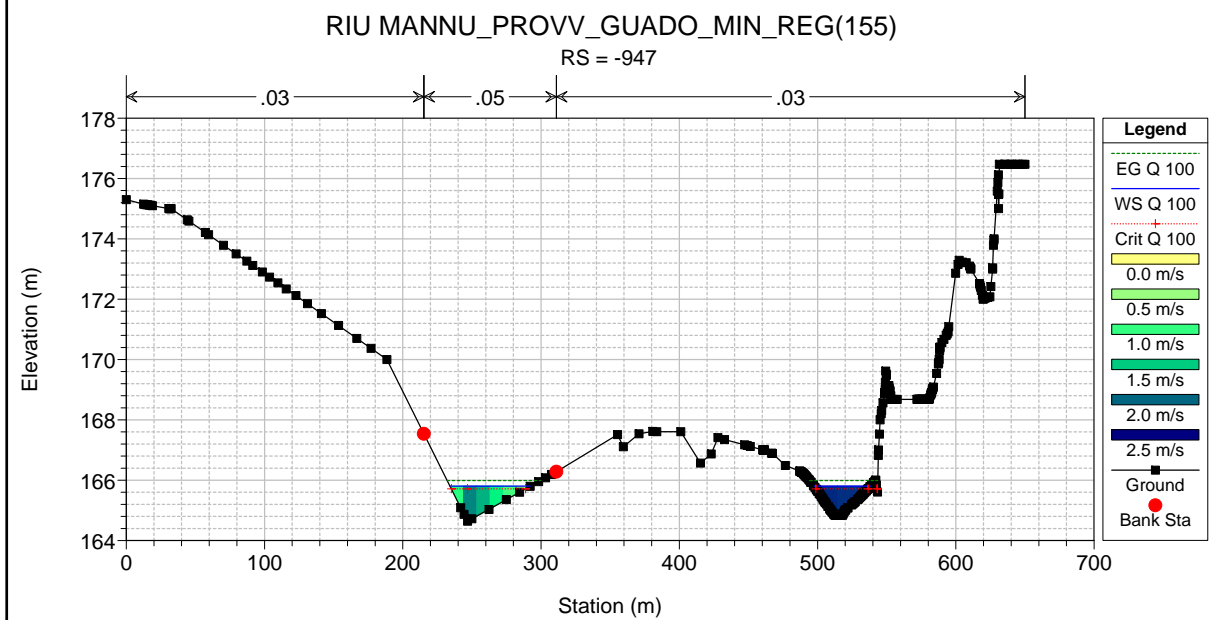
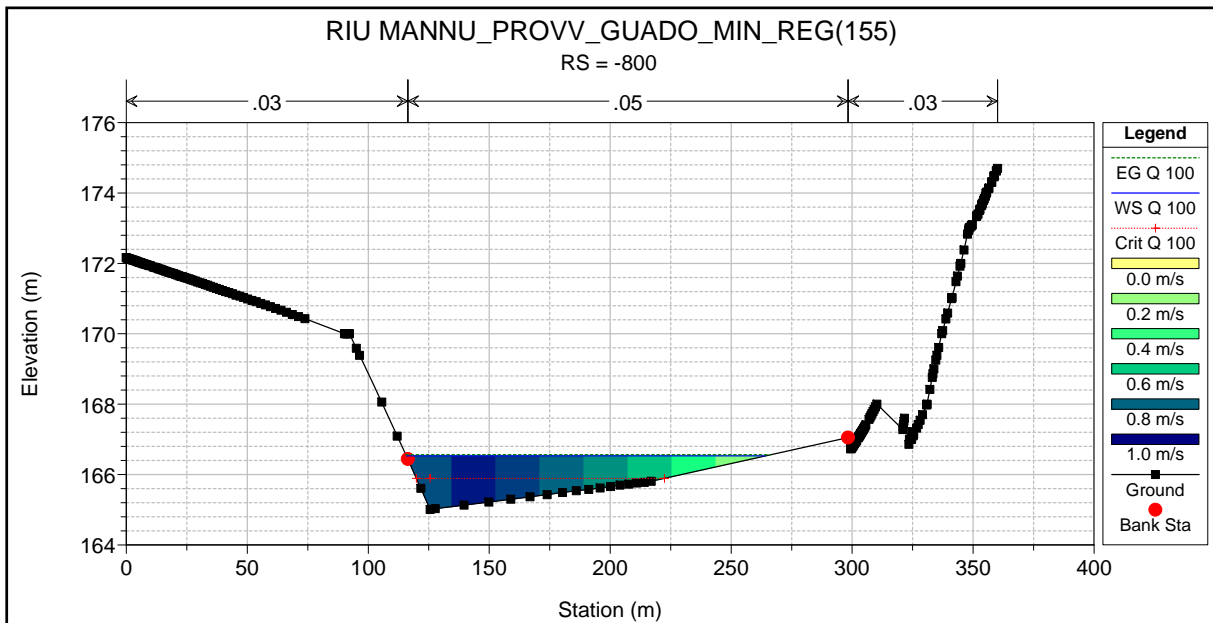
RIU MANNU_PROVV_GUADO_MIN_REG(155)

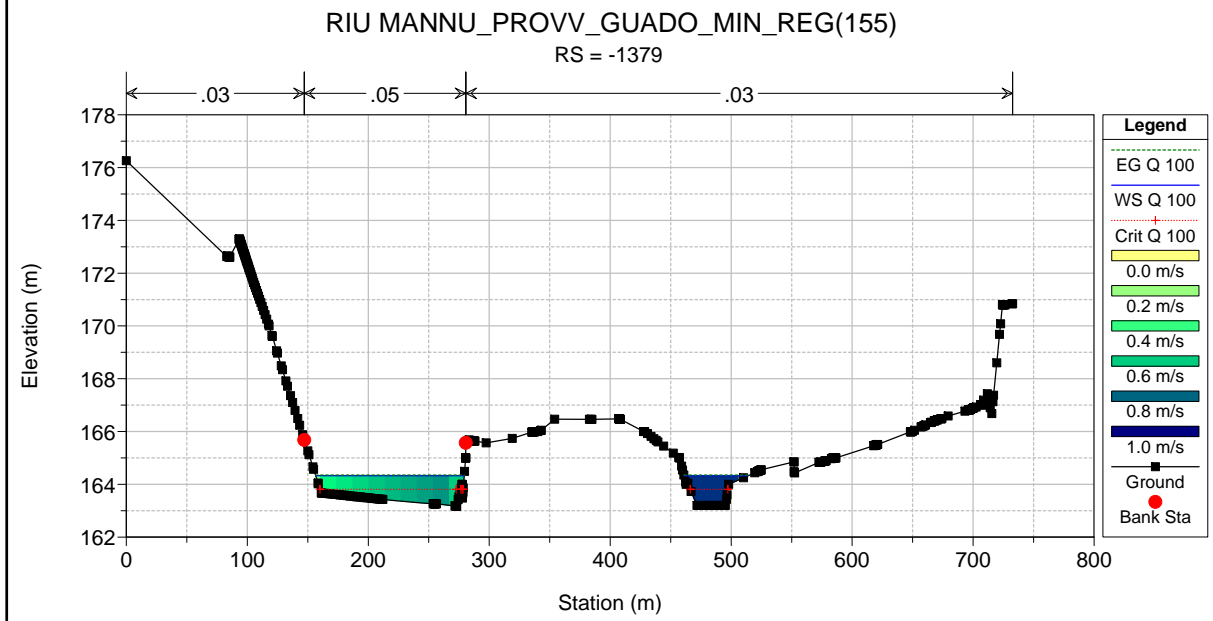
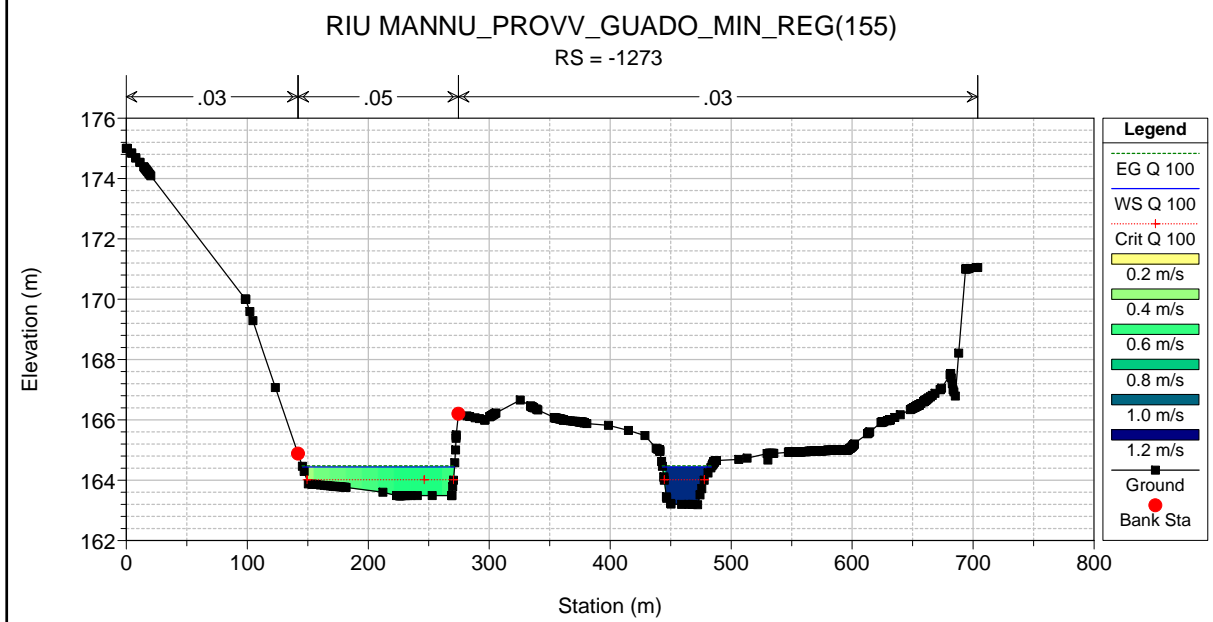
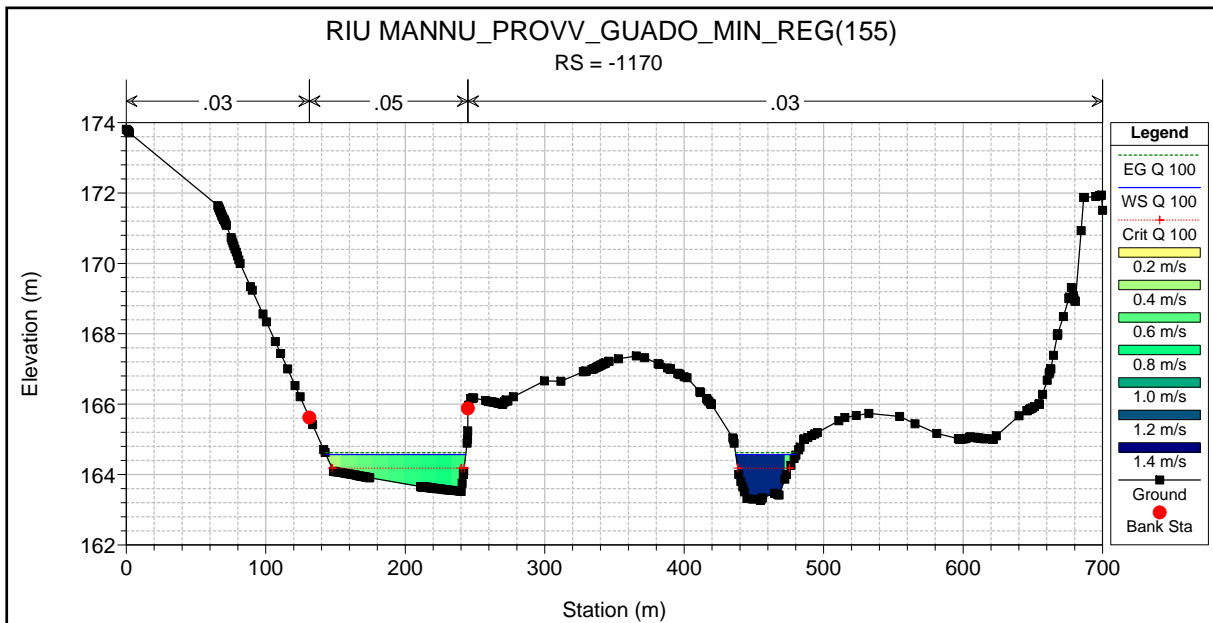
RIU MANNU RIU MANNU

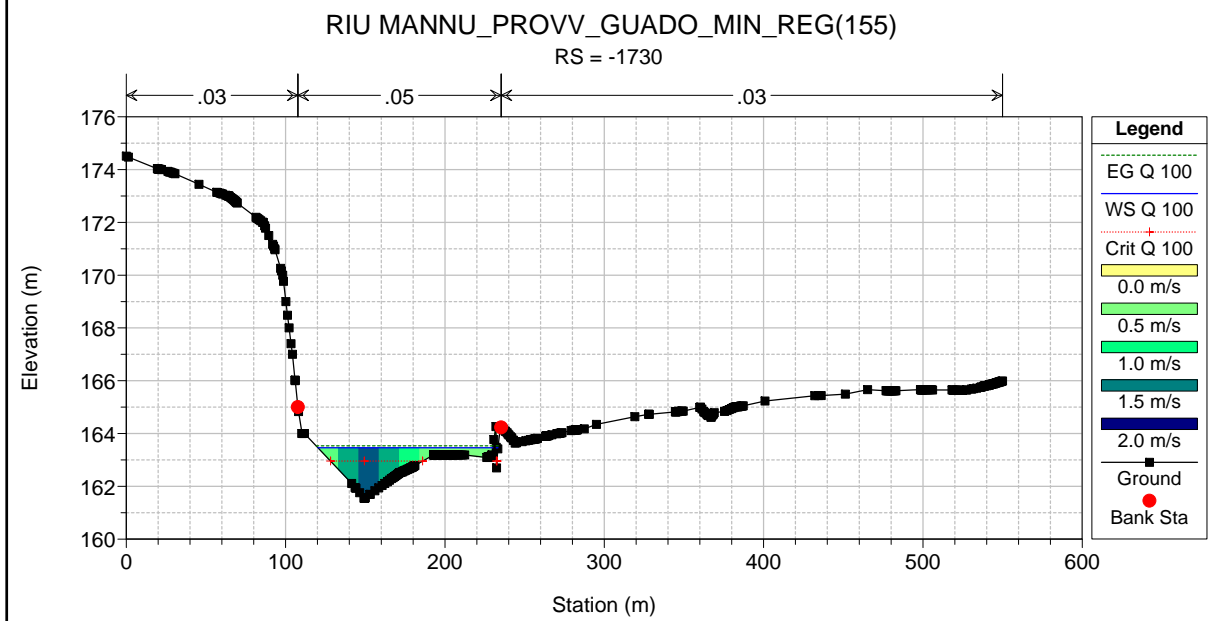
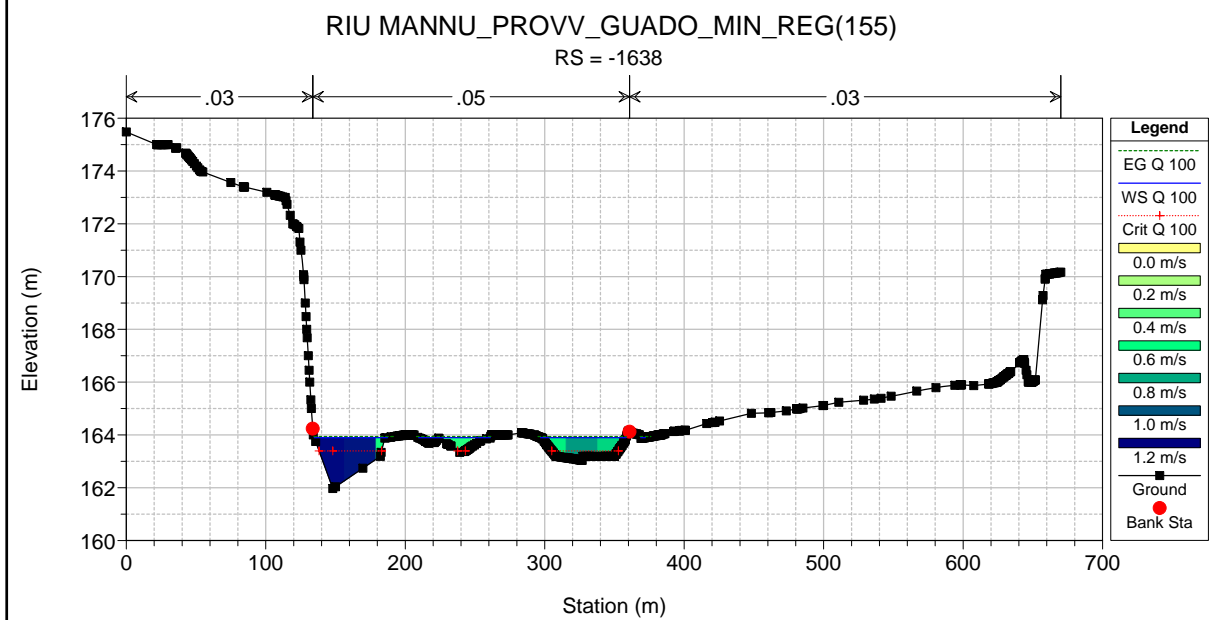
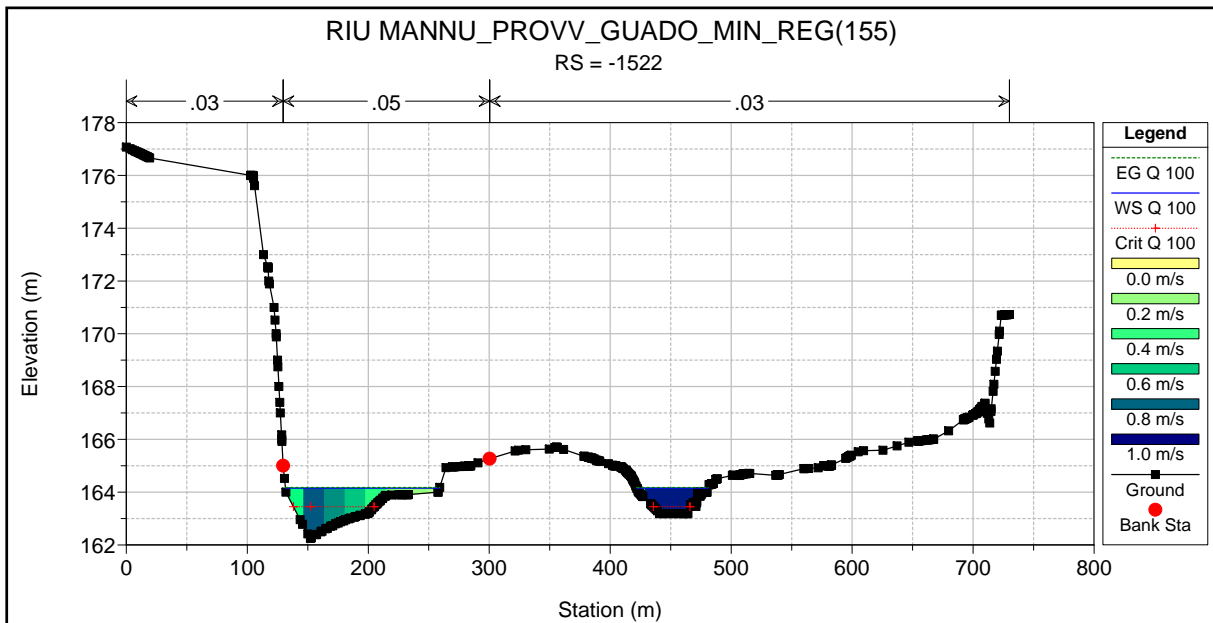


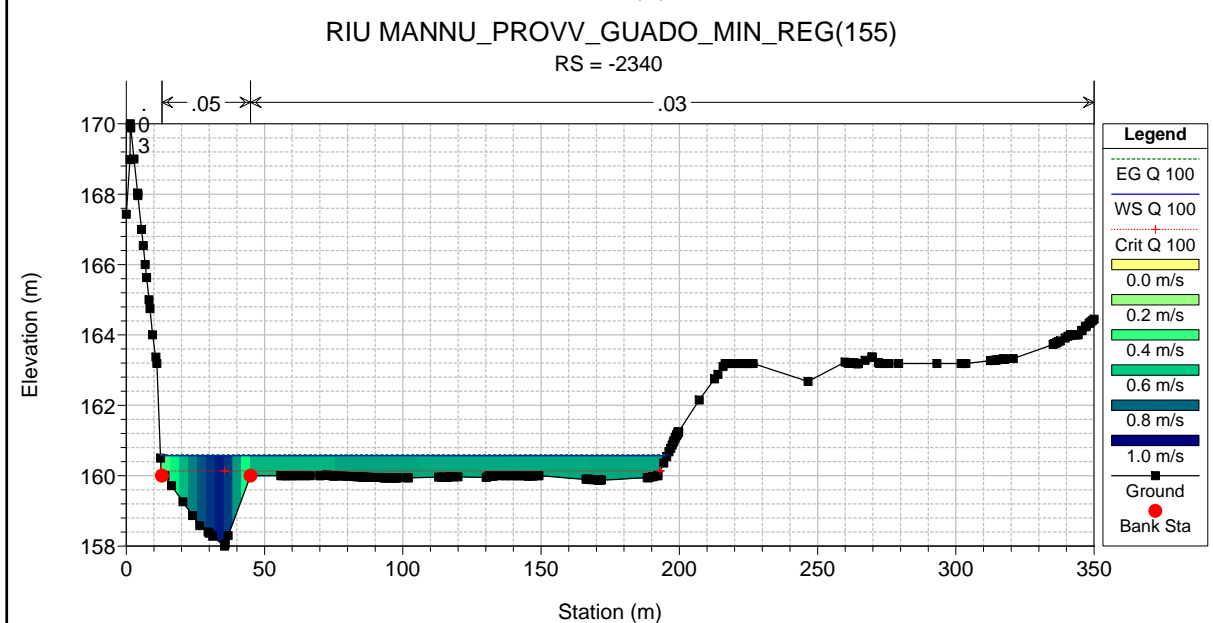
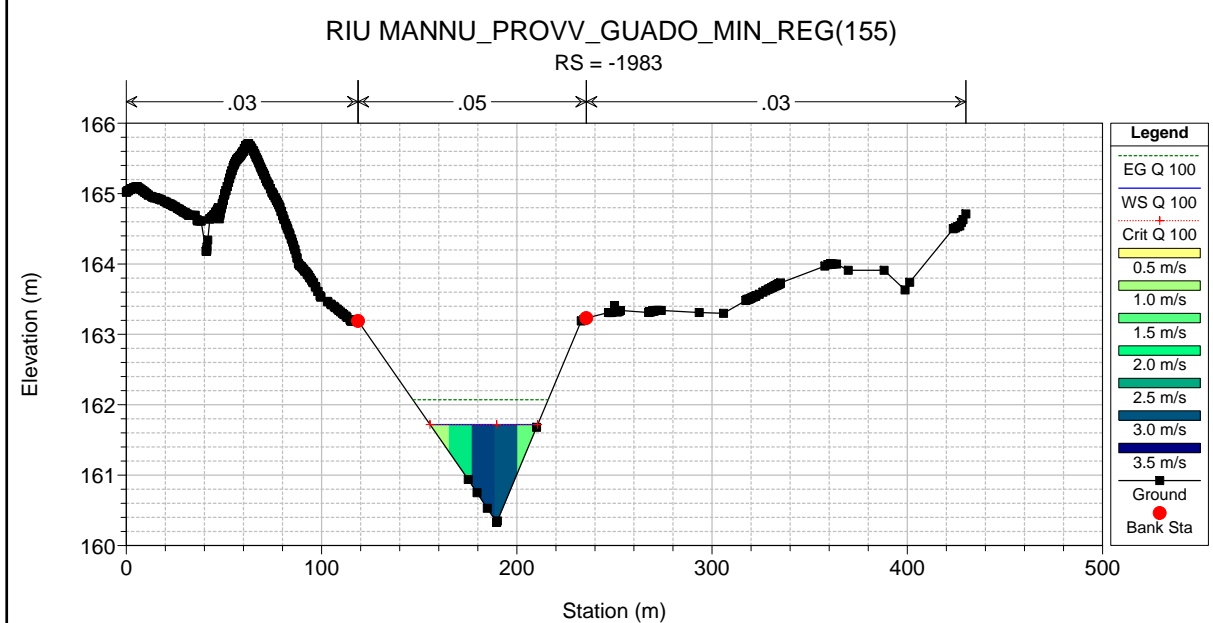
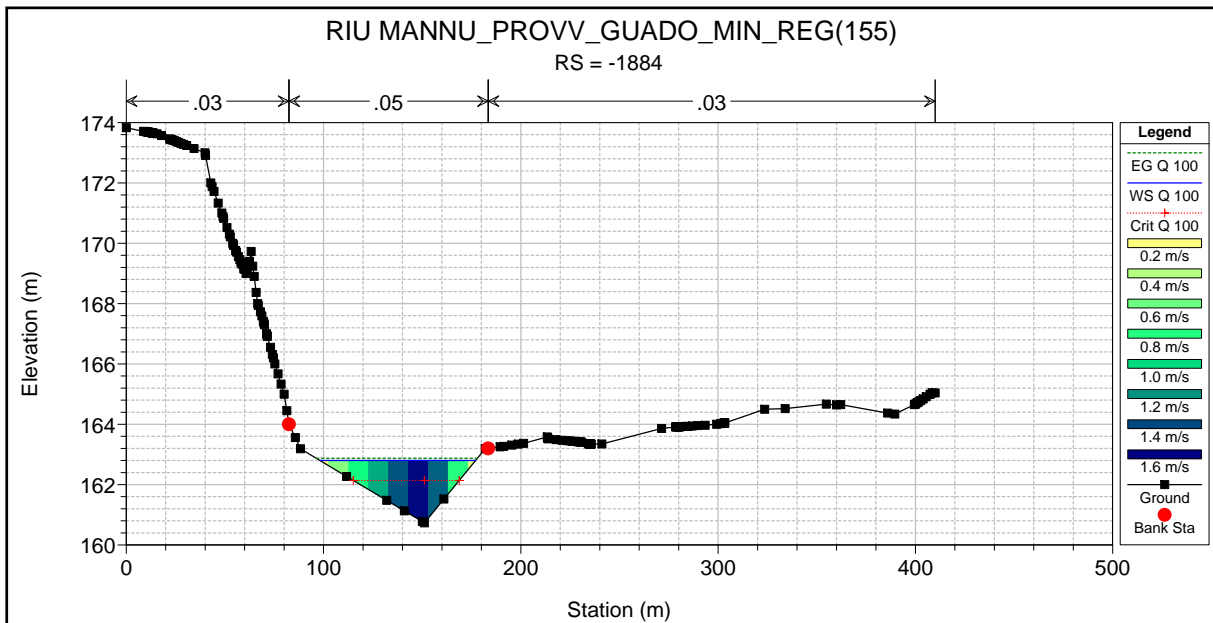


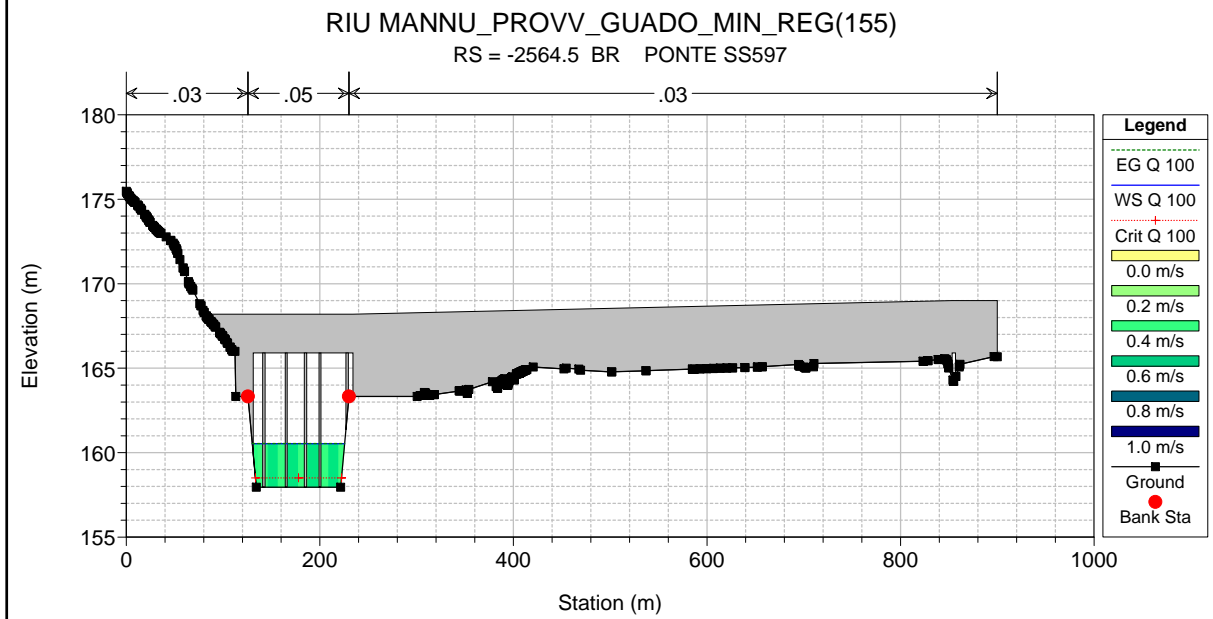
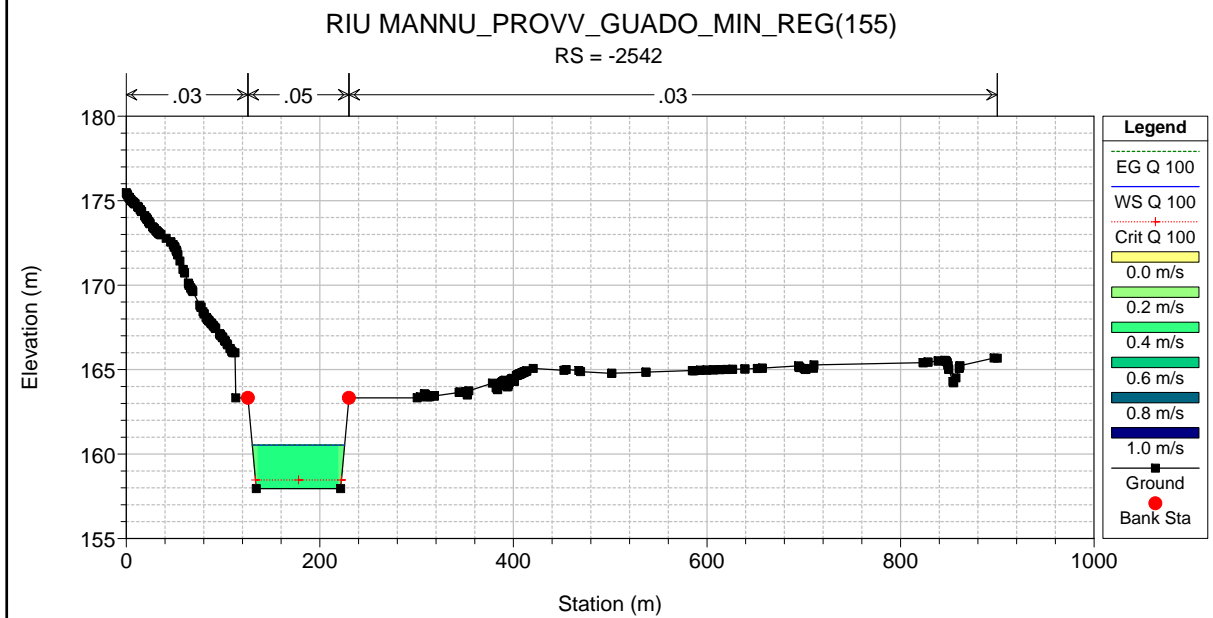
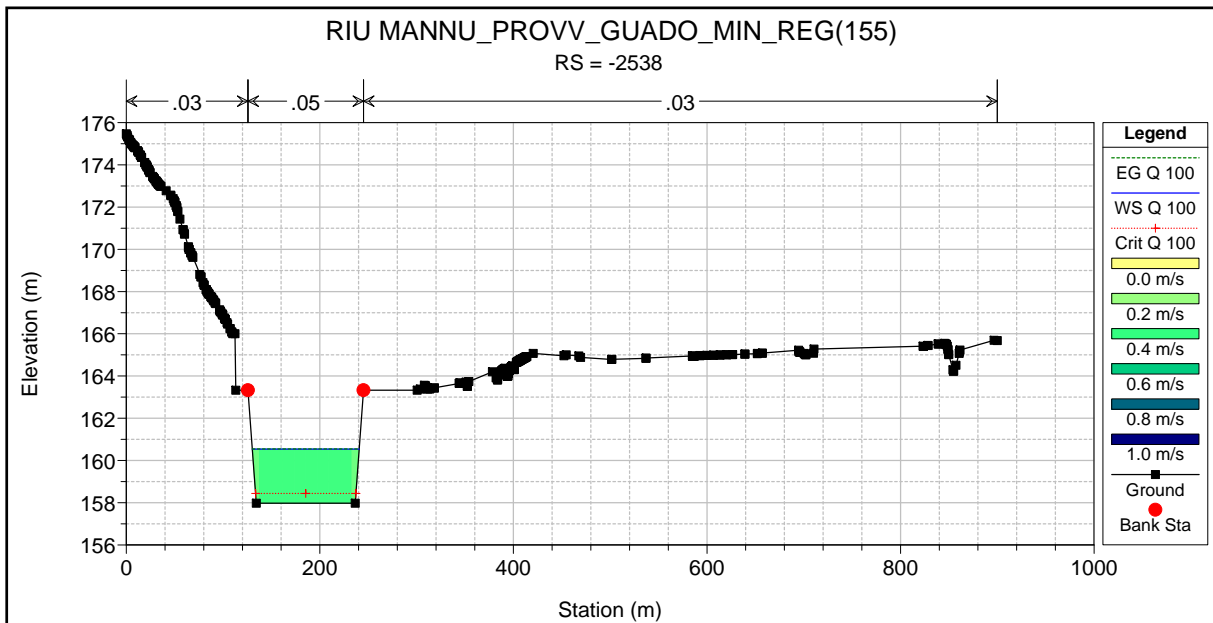


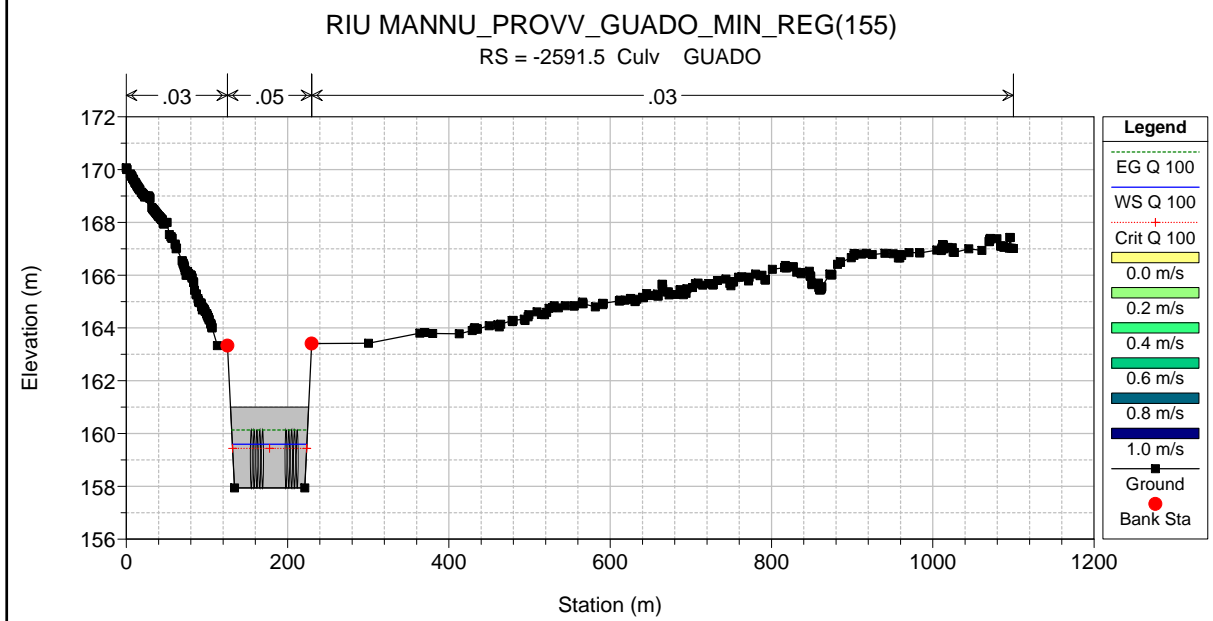
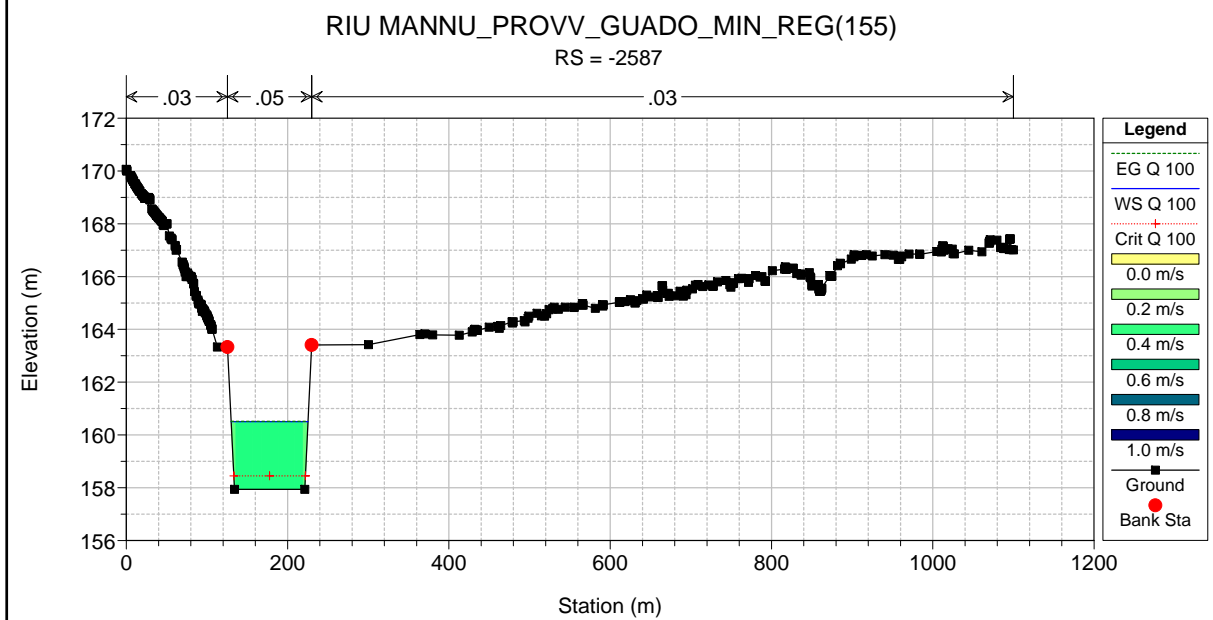
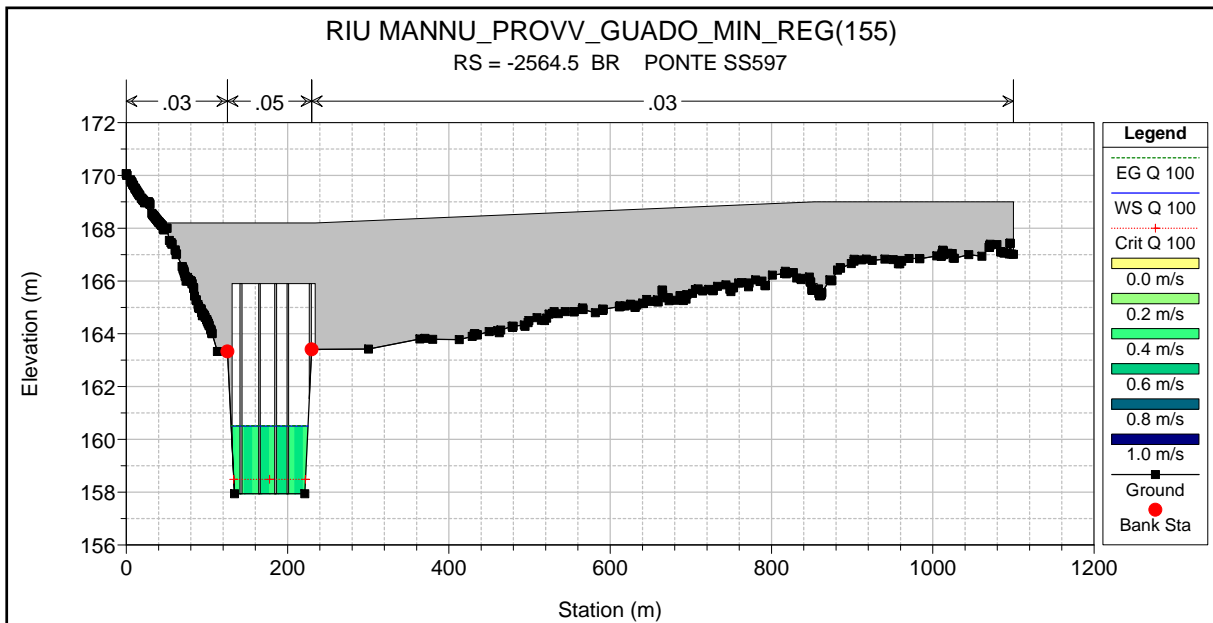


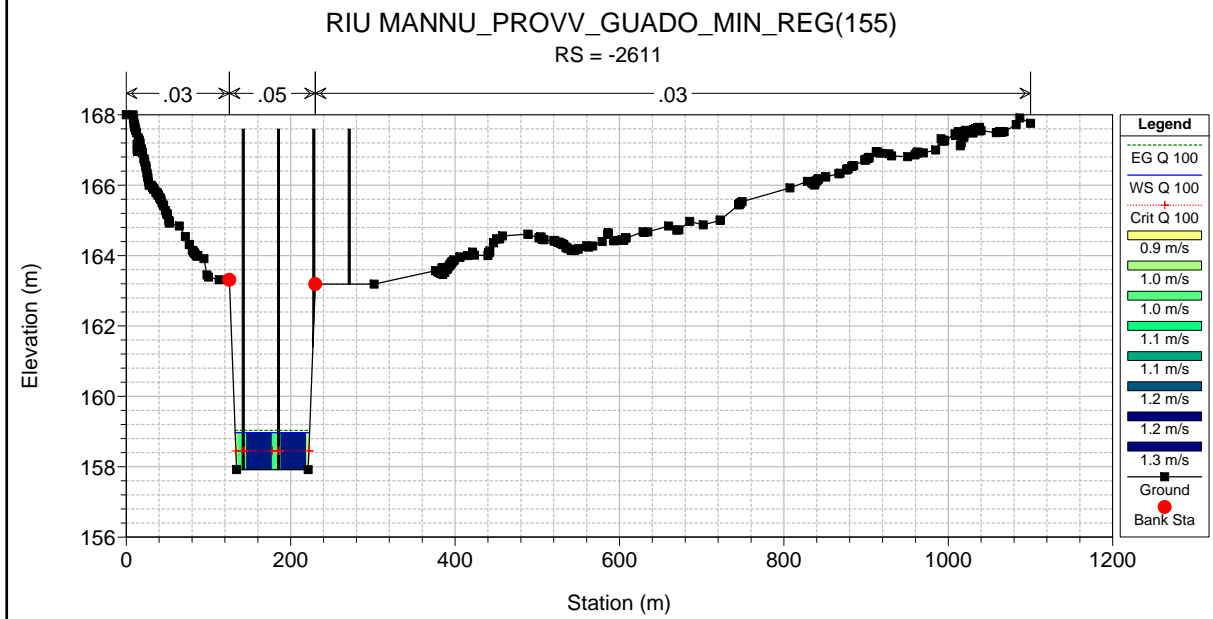
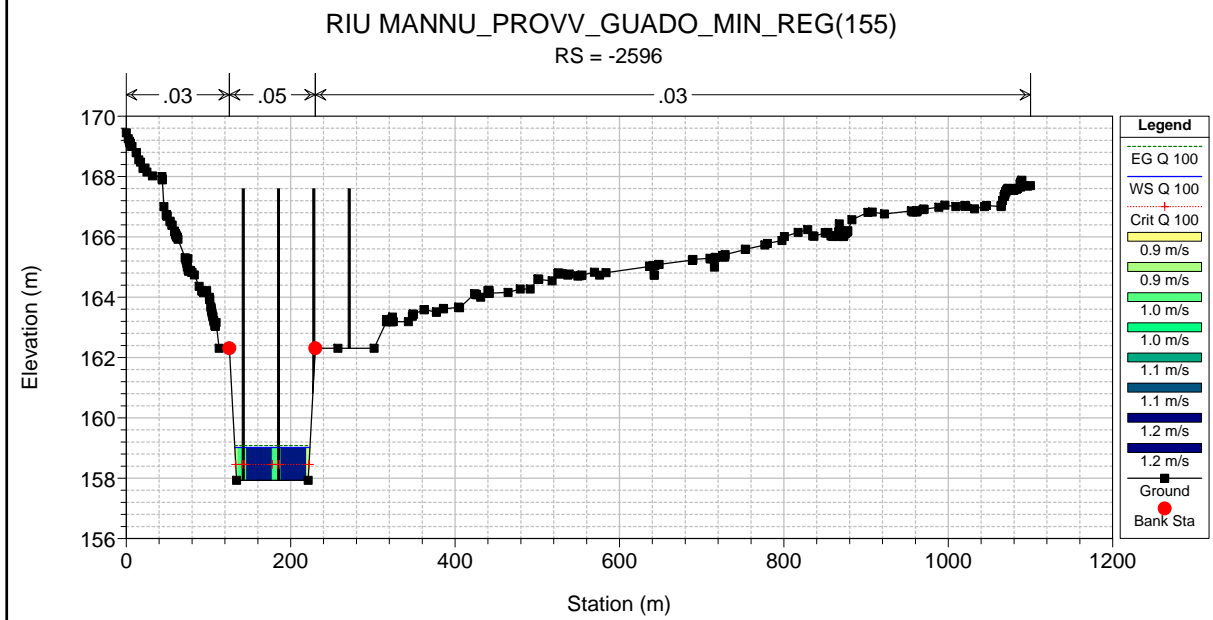
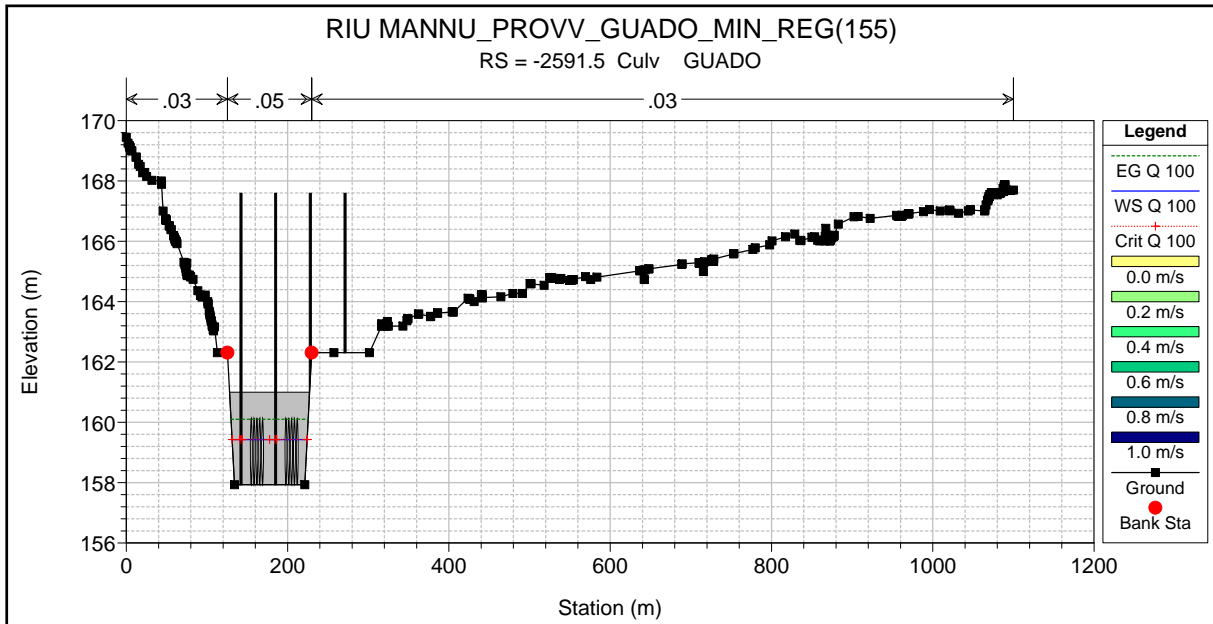


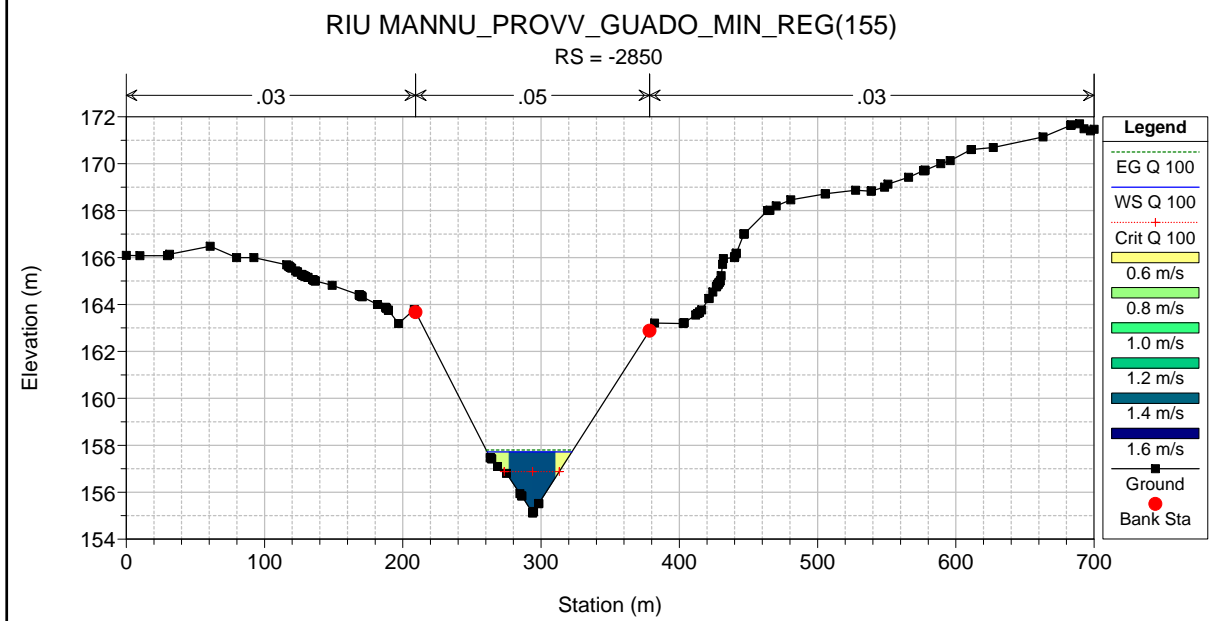
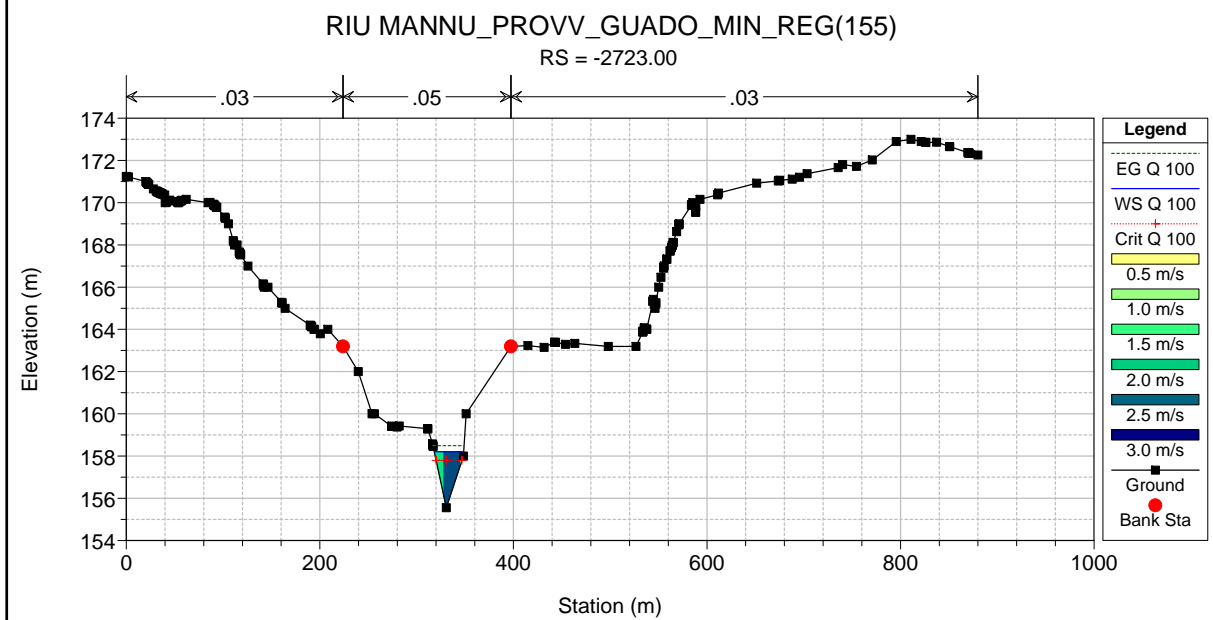
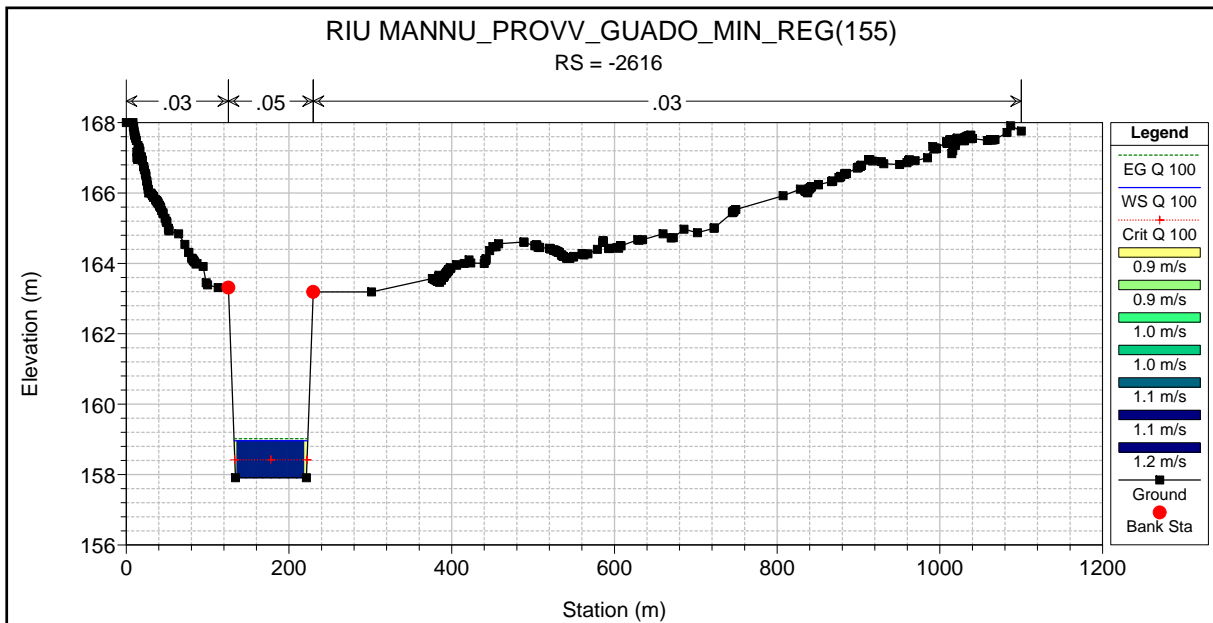


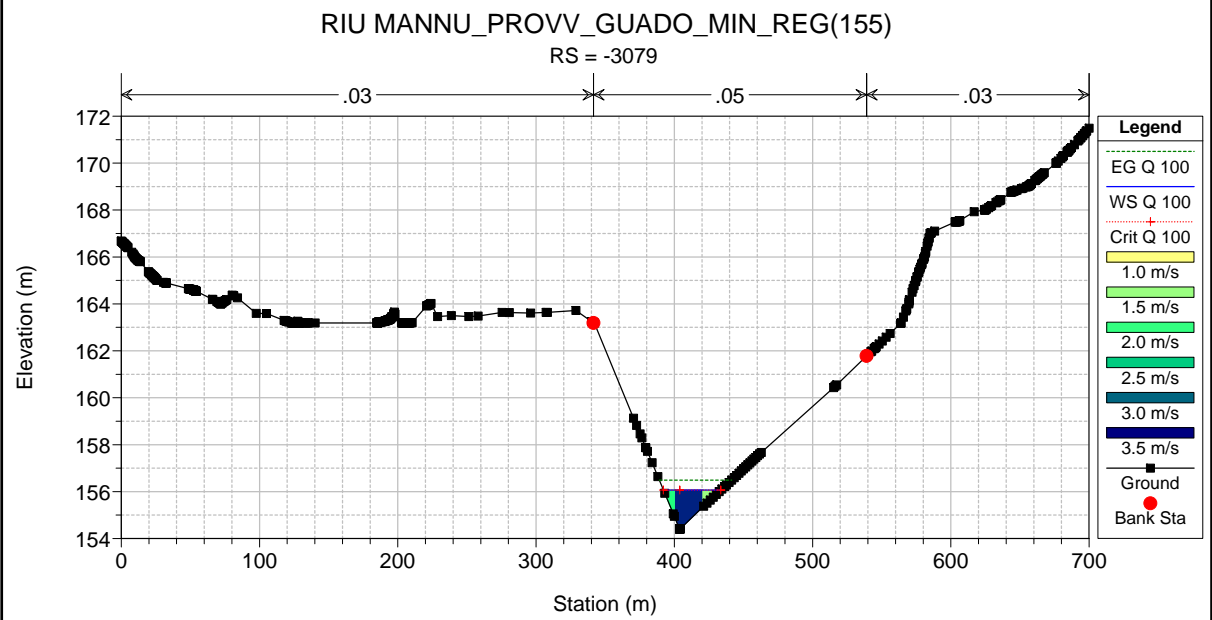
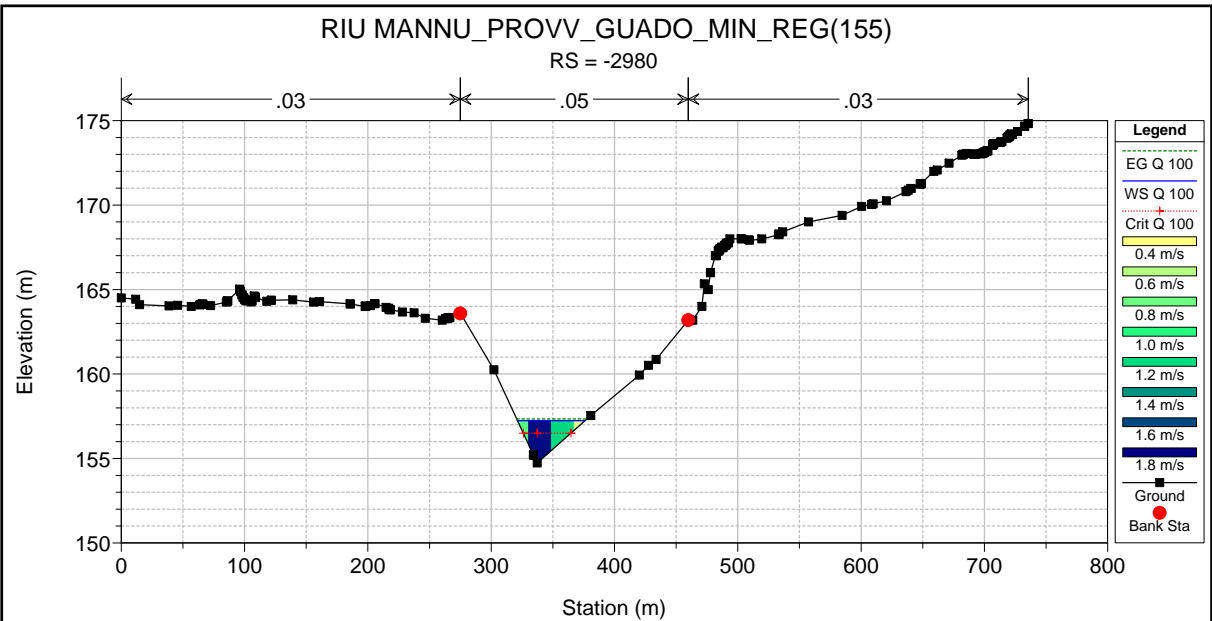












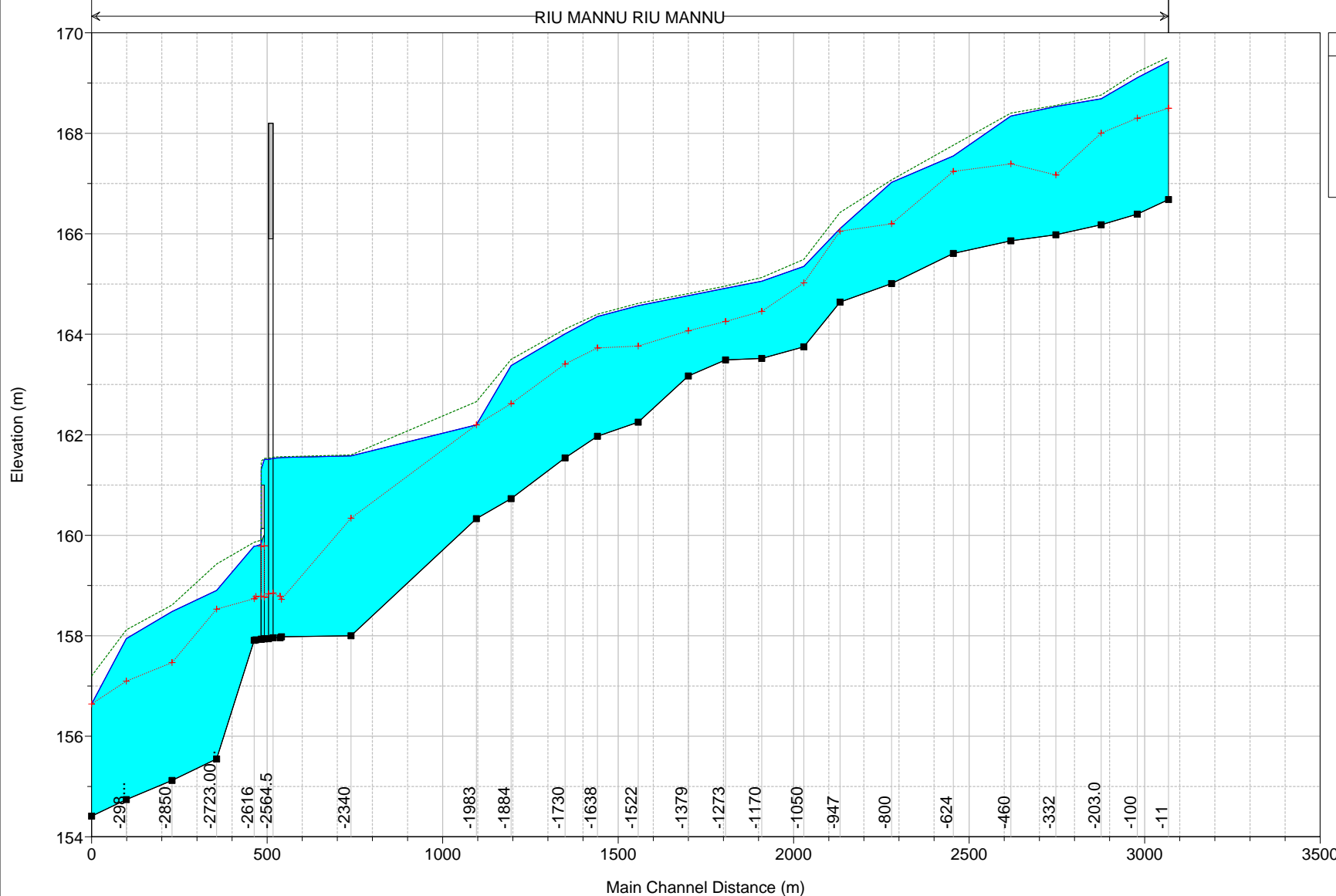
ALLEGATO 4.2

Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 2 anni)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 2	208.0	166.68	2.75	169.43	168.50	0.93	0.36	169.52	1.3	1.3	1.4	37.9	1.37
RIU MANNU	-100	TR 2	208.0	166.39	2.71	169.10	168.30	0.80	0.42	169.22	1.5	1.5	1.3	50.9	1.35
RIU MANNU	-203.0	TR 2	208.0	166.18	2.51	168.69	168.00	0.69	0.43	168.76	1.2	1.2	0.8	38.6	0.80
RIU MANNU	-332	TR 2	208.0	165.98	2.55	168.53	167.17	1.36	0.18	168.55	0.7	0.7	1.4	9.6	1.38
RIU MANNU	-460	TR 2	208.0	165.86	2.48	168.34	167.39	0.95	0.31	168.40	1.1	1.1	1.2	26.8	1.25
RIU MANNU	-624	TR 2	208.0	165.61	1.94	167.55	167.24	0.31	0.60	167.76	2.1	2.0	1.3	100.0	0.98
RIU MANNU	-800	TR 2	208.0	165.01	2.01	167.02	166.20	0.82	0.30	167.07	1.0	1.0	1.2	23.3	1.11
RIU MANNU	-947	TR 2	208.0	164.64	1.46	166.10	166.05	0.05	0.69	166.42	1.8	2.3	0.7	92.0	0.72
RIU MANNU	-1050	TR 2	208.0	163.75	1.60	165.35	165.02	0.33	0.50	165.49	1.7	1.7	1.1	67.0	0.85
RIU MANNU	-1170	TR 2	208.0	163.52	1.79	165.06	164.46	0.60	0.27	165.13	0.9	1.1	1.2	18.8	1.01
RIU MANNU	-1273	TR 2	208.0	163.49	1.73	164.92	164.25	0.67	0.26	164.96	0.9	0.9	1.2	18.0	0.98
RIU MANNU	-1379	TR 2	208.0	163.17	1.60	164.77	164.07	0.70	0.24	164.81	0.9	0.9	1.3	16.5	1.01
RIU MANNU	-1522	TR 2	208.0	162.25	2.32	164.57	163.76	0.81	0.25	164.62	0.8	0.9	1.2	16.5	1.08
RIU MANNU	-1638	TR 2	208.0	161.97	2.38	164.35	163.73	0.62	0.32	164.40	1.0	0.9	0.9	23.4	0.79
RIU MANNU	-1730	TR 2	208.0	161.54	2.47	164.01	163.41	0.60	0.40	164.10	1.4	1.4	1.2	44.5	0.98
RIU MANNU	-1884	TR 2	208.0	160.73	2.65	163.38	162.62	0.76	0.42	163.50	1.6	1.5	1.4	53.5	1.08
RIU MANNU	-1983	TR 2	208.0	160.33	1.87	162.20	162.20	0.00	1.00	162.66	3.0	3.0	0.9	229.1	0.93
RIU MANNU	-2340	TR 2	208.0	158.00	3.58	161.58	160.34	1.24	0.11	161.60	0.6	0.6	2.6	5.5	1.73
RIU MANNU	-2538	TR 2	208.0	157.98	3.57	161.55	158.72	2.83	0.09	161.56	0.5	0.5	3.3	4.8	3.39
RIU MANNU	-2542	TR 2	208.0	157.96	3.58	161.54	158.79	2.75	0.11	161.56	0.6	0.6	3.3	6.4	3.37
RIU MANNU	-2564.5	Bridge													
RIU MANNU	-2587	TR 2	208.0	157.94	3.57	161.51	158.77	2.74	0.11	161.53	0.6	0.6	3.3	6.5	3.36
RIU MANNU	-2591.5	Culvert													
RIU MANNU	-2596	TR 2	208.0	157.93	1.89	159.82	158.79	1.03	0.30	159.90	1.3	1.3	1.7	34.0	1.81
RIU MANNU	-2611	TR 2	208.0	157.92	1.86	159.78	158.78	1.00	0.31	159.87	1.3	1.3	1.6	35.6	1.80
RIU MANNU	-2616	TR 2	208.0	157.91	1.88	159.78	158.74	1.04	0.29	159.86	1.2	1.2	1.8	30.5	1.81
RIU MANNU	-2723.00	TR 2	208.0	155.55	3.35	158.90	158.53	0.37	0.76	159.43	3.2	3.2	1.8	208.7	1.83
RIU MANNU	-2850	TR 2	208.0	155.12	3.36	158.48	157.47	1.01	0.39	158.61	1.6	1.6	1.7	52.5	1.71
RIU MANNU	-2980	TR 2	208.0	154.74	3.20	157.94	157.10	0.84	0.47	158.12	1.8	1.8	1.6	71.5	1.60
RIU MANNU	-3079	TR 2	208.0	154.41	2.23	156.64	156.64	0.00	1.00	157.20	3.3	3.3	1.1	259.7	1.12

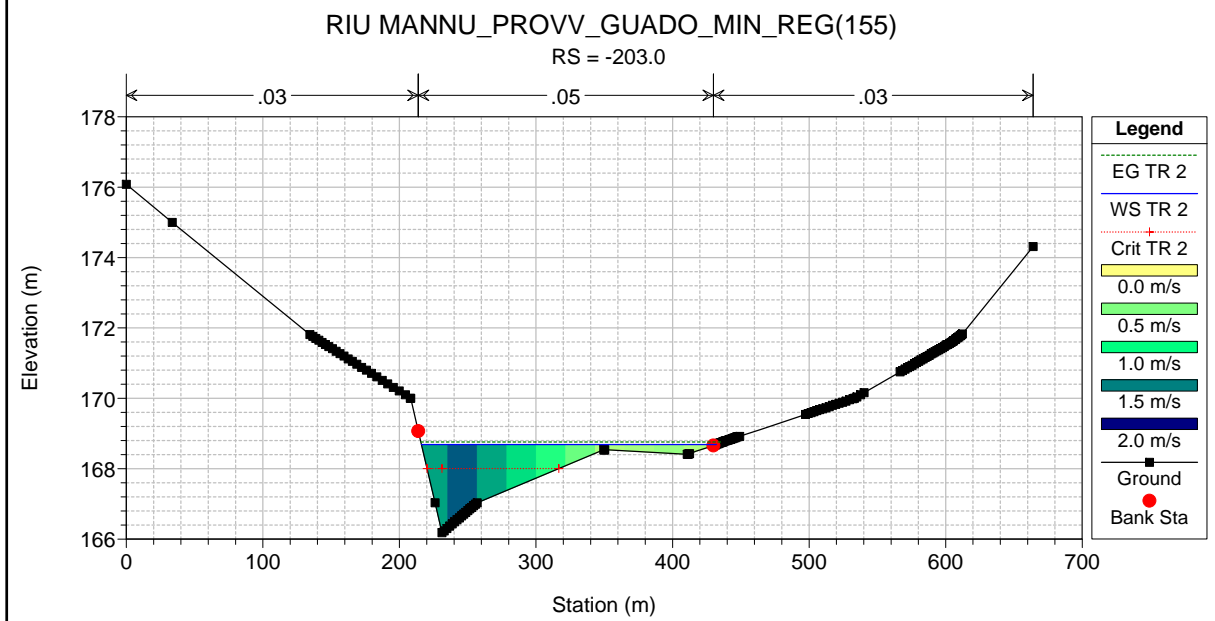
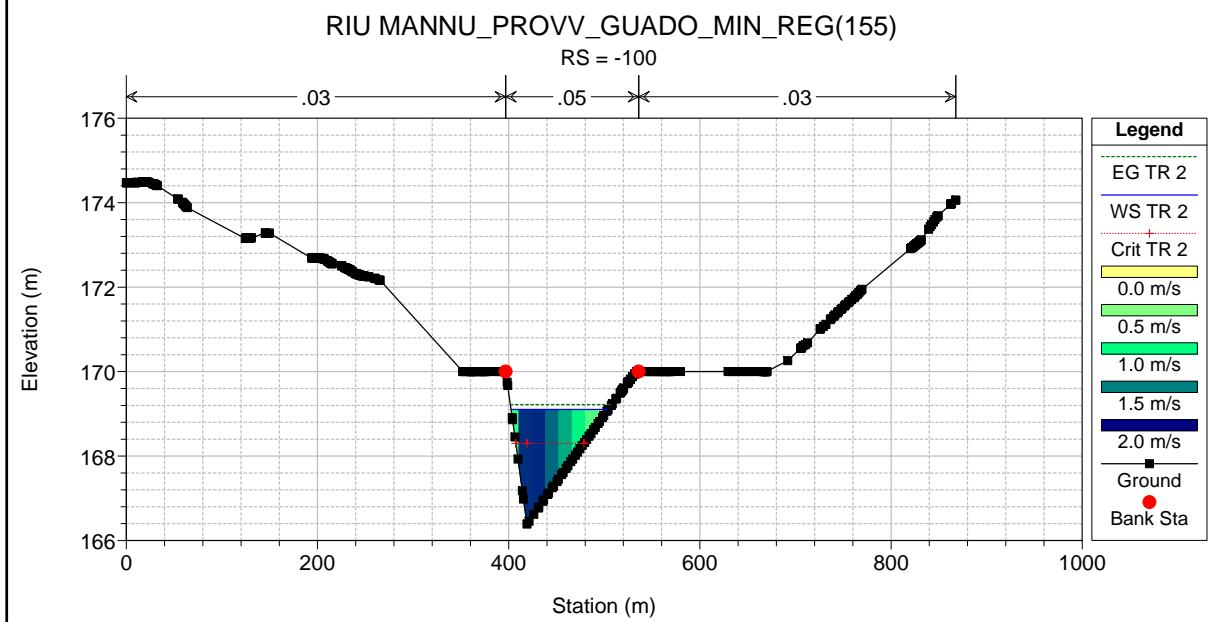
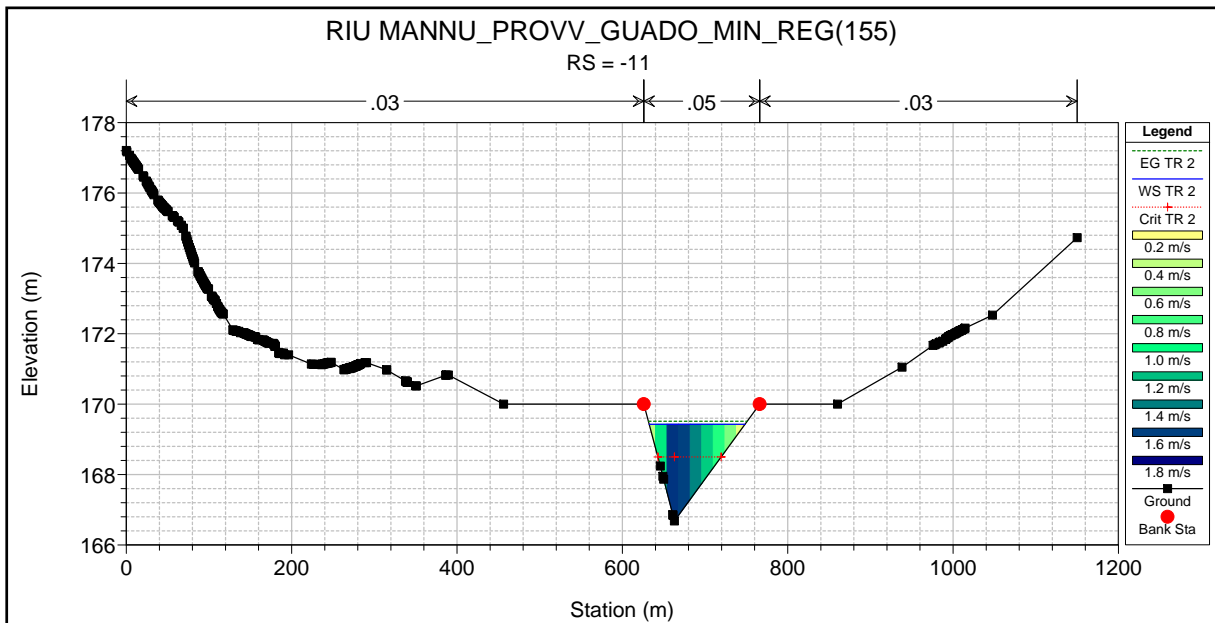
RIU MANNU_PROVV_GUADO_MIN_REG(155)

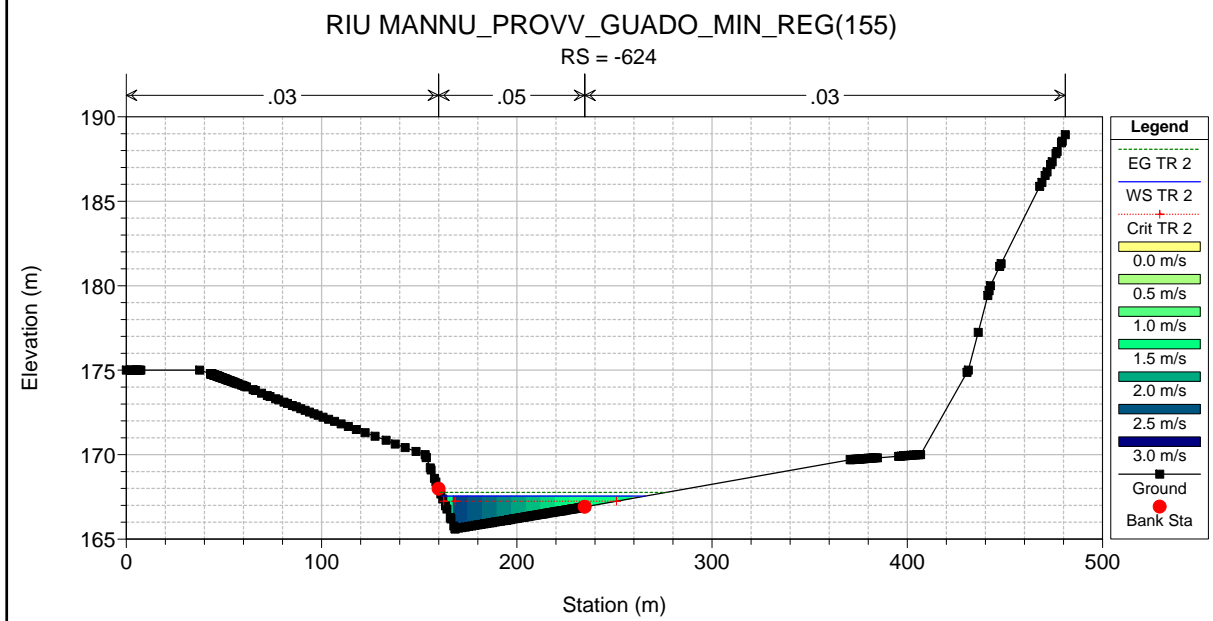
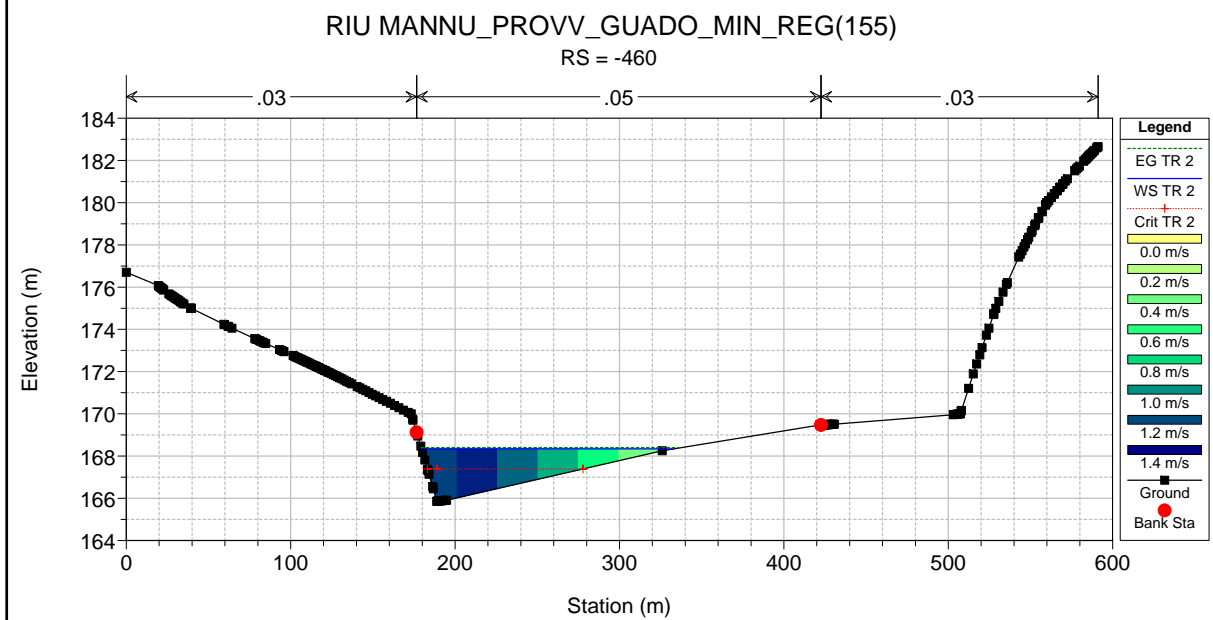
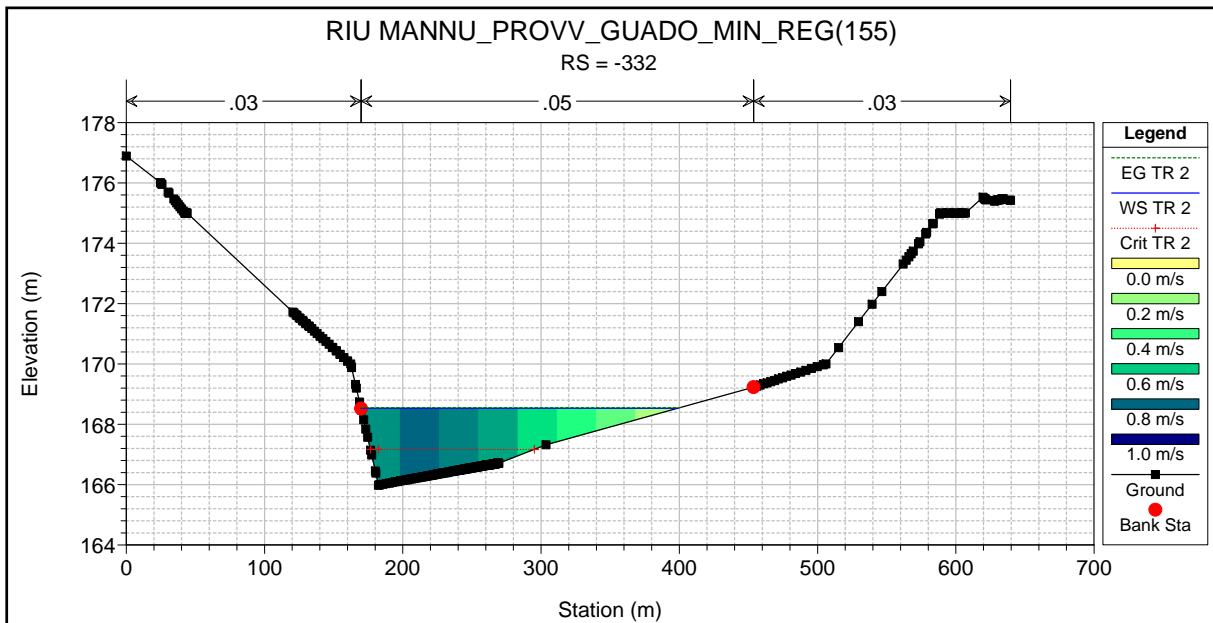
RIU MANNU RIU MANNU

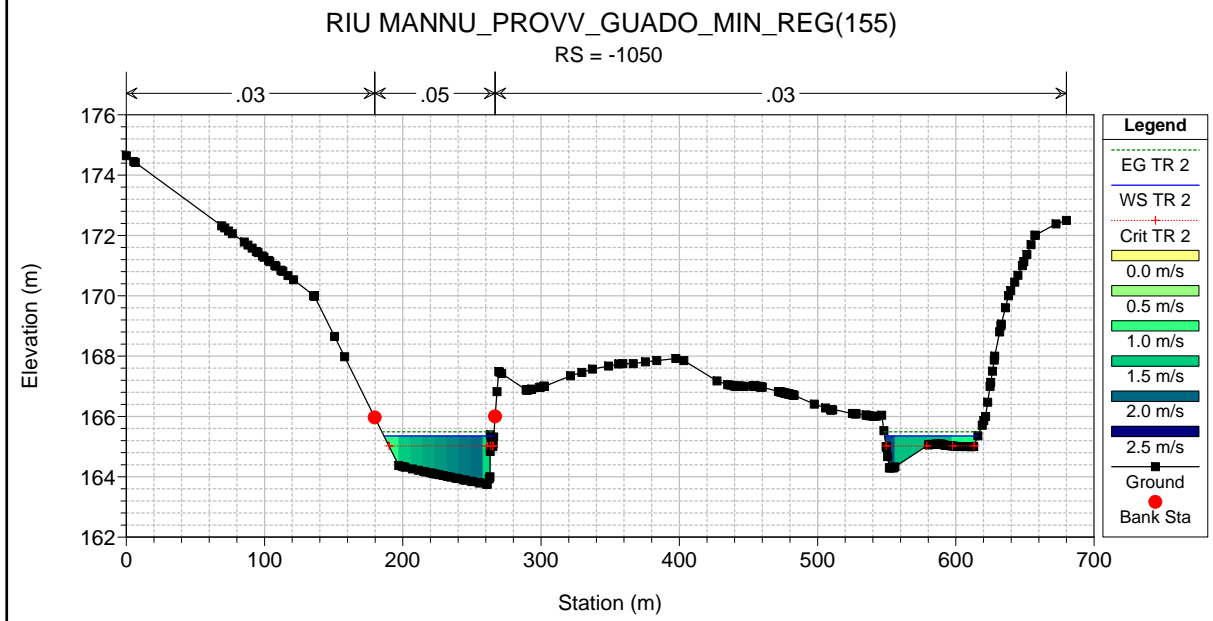
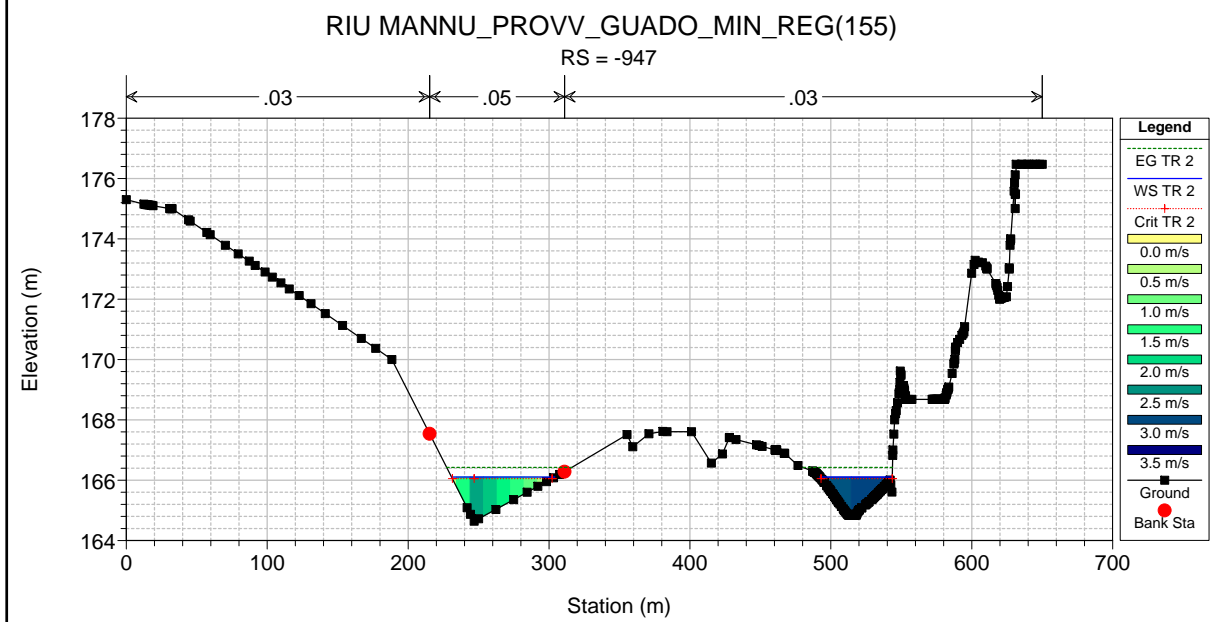
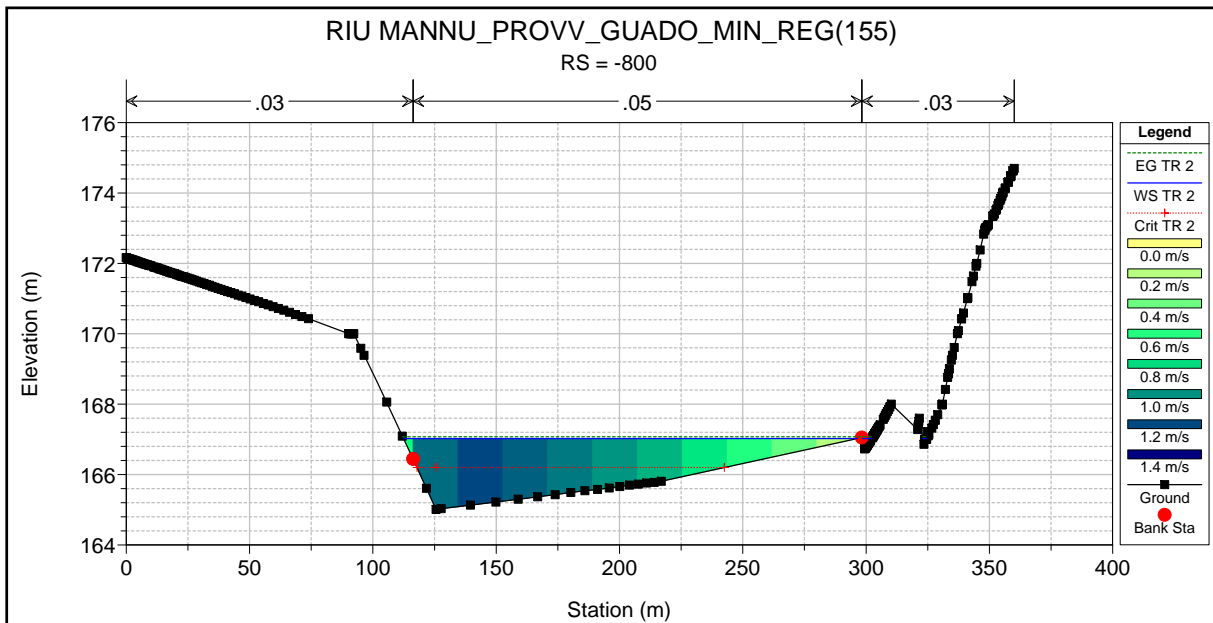


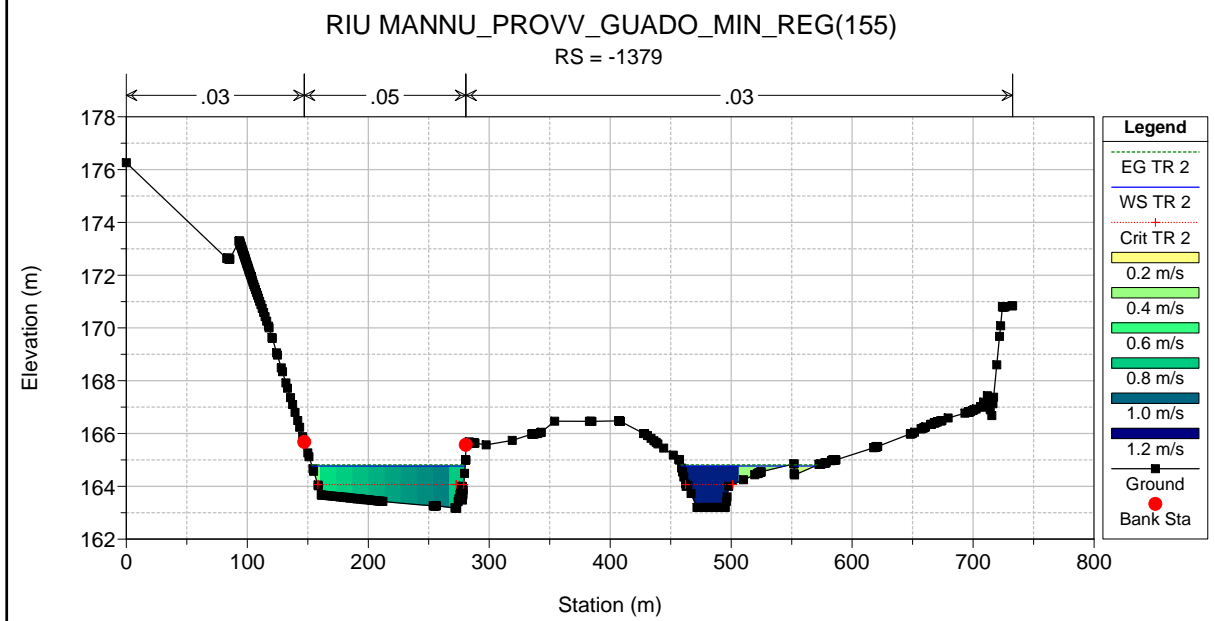
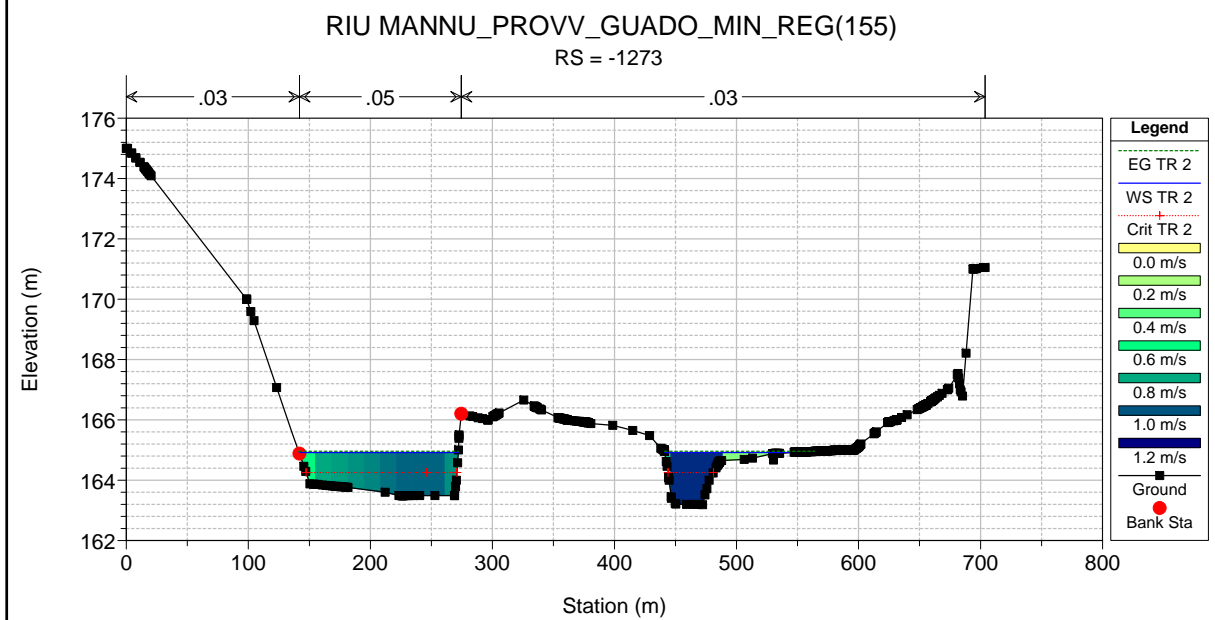
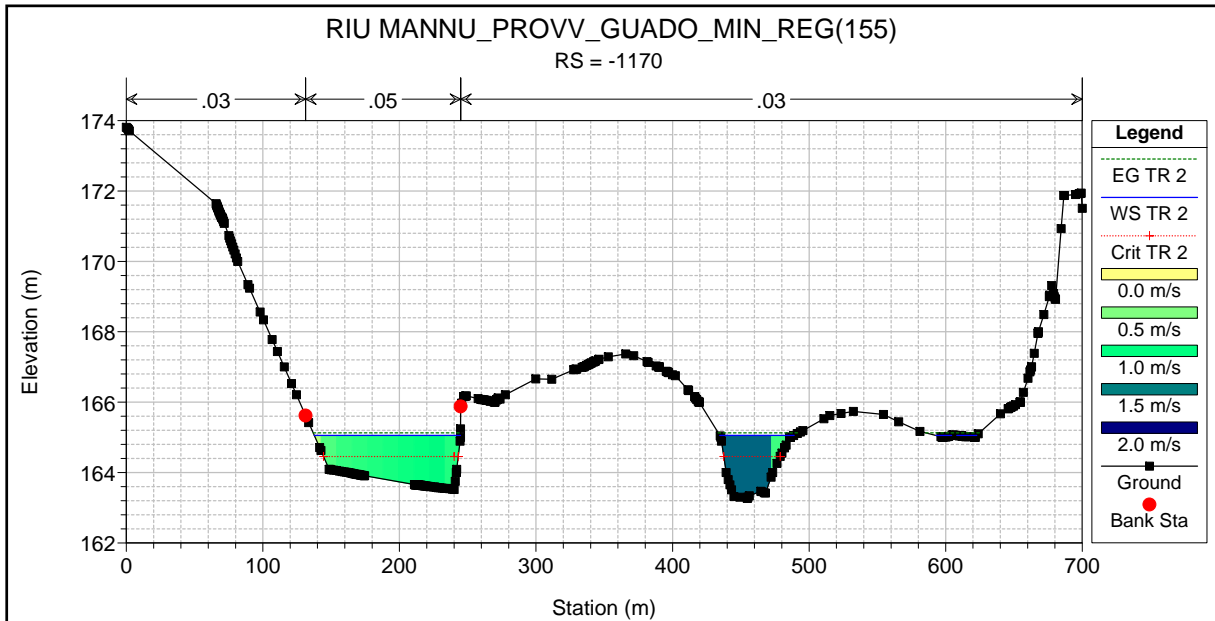
Legend

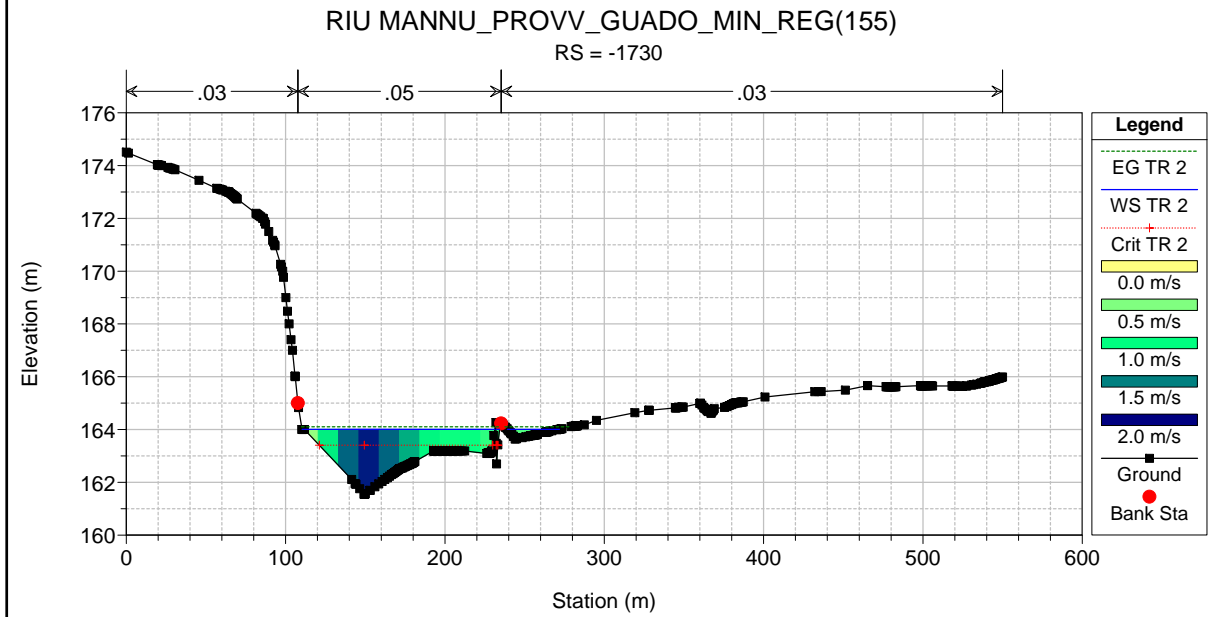
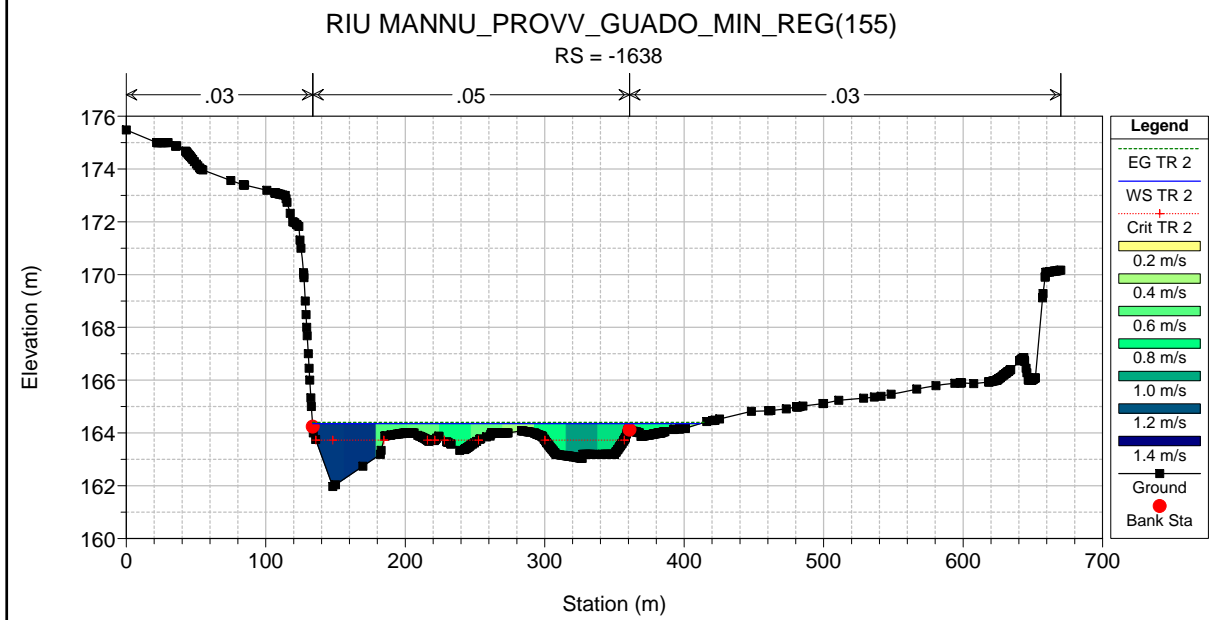
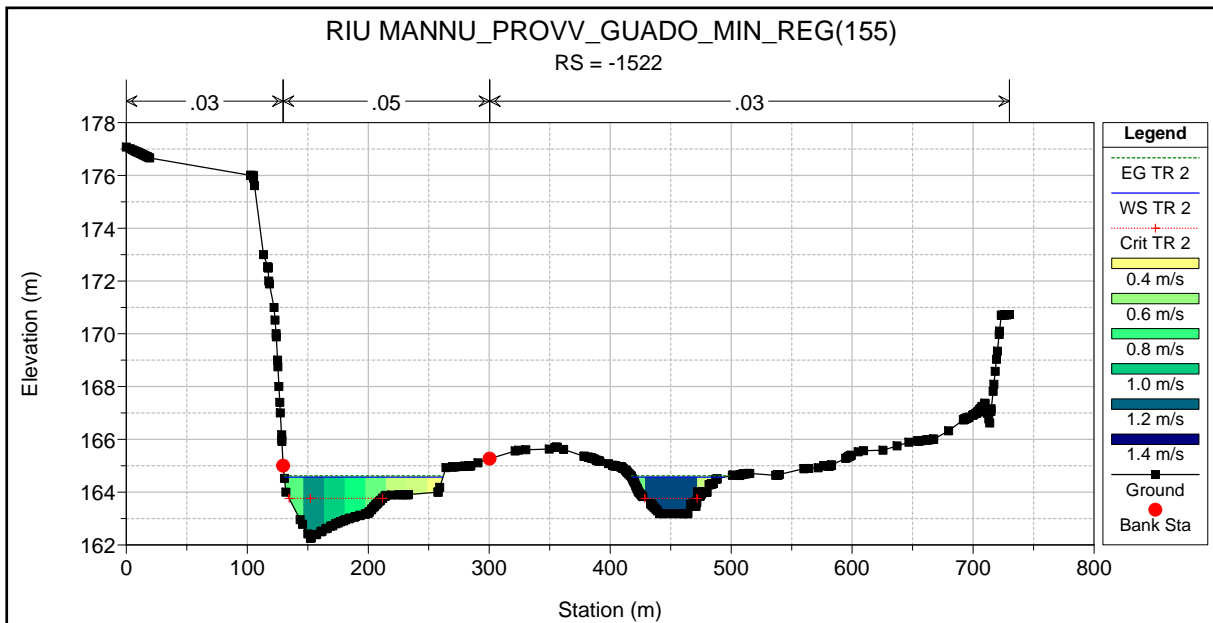
- EG TR 2 (Green dashed line)
- WS TR 2 (Blue solid line)
- Crit TR 2 (Red dotted line with '+' markers)
- Ground (Black solid line with square markers)

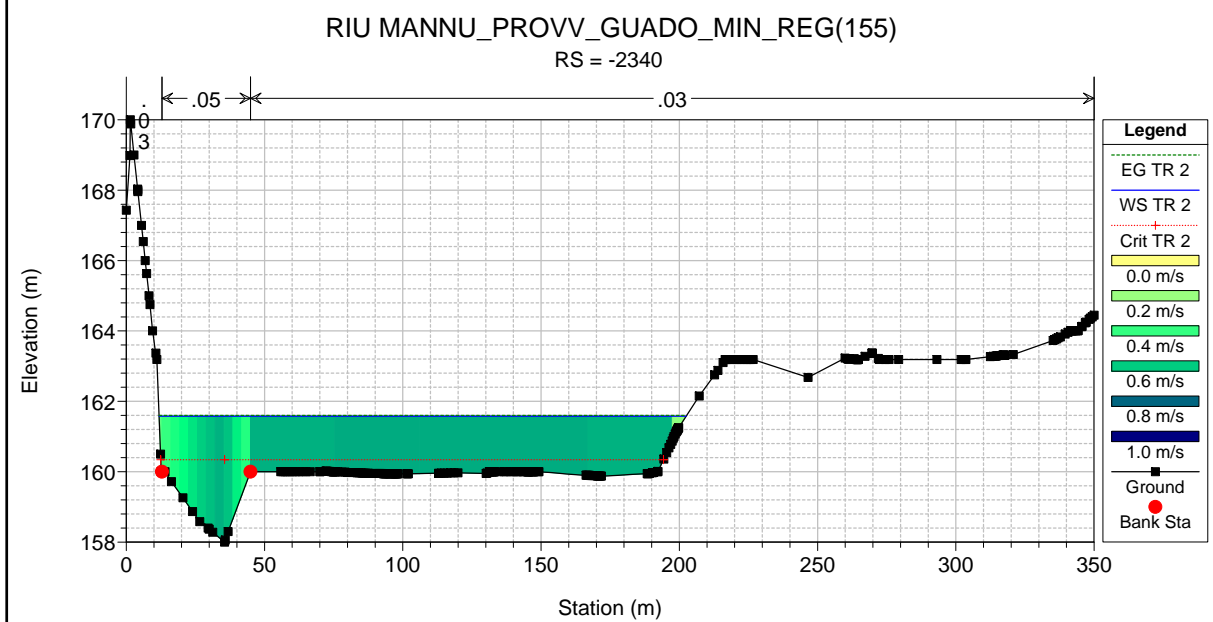
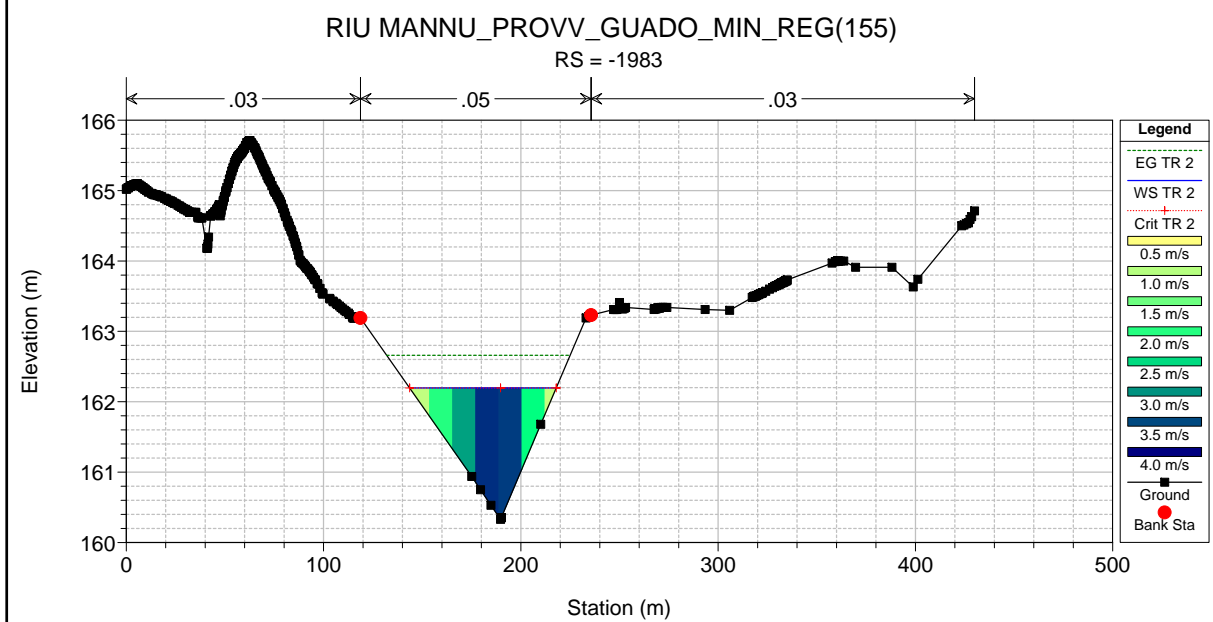
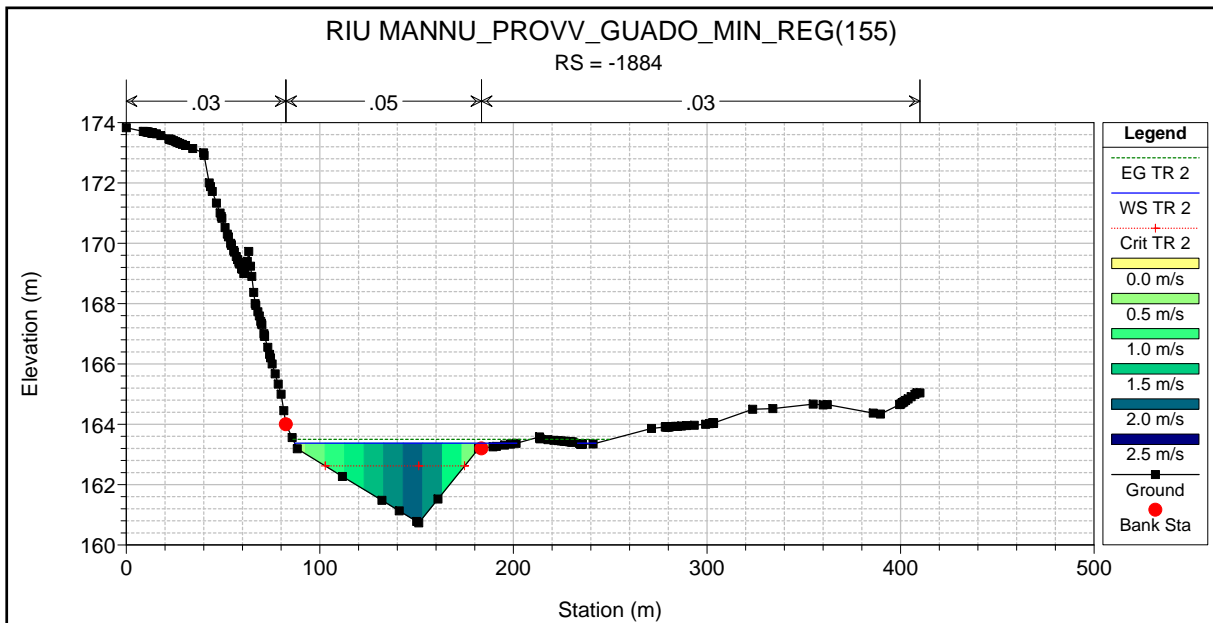


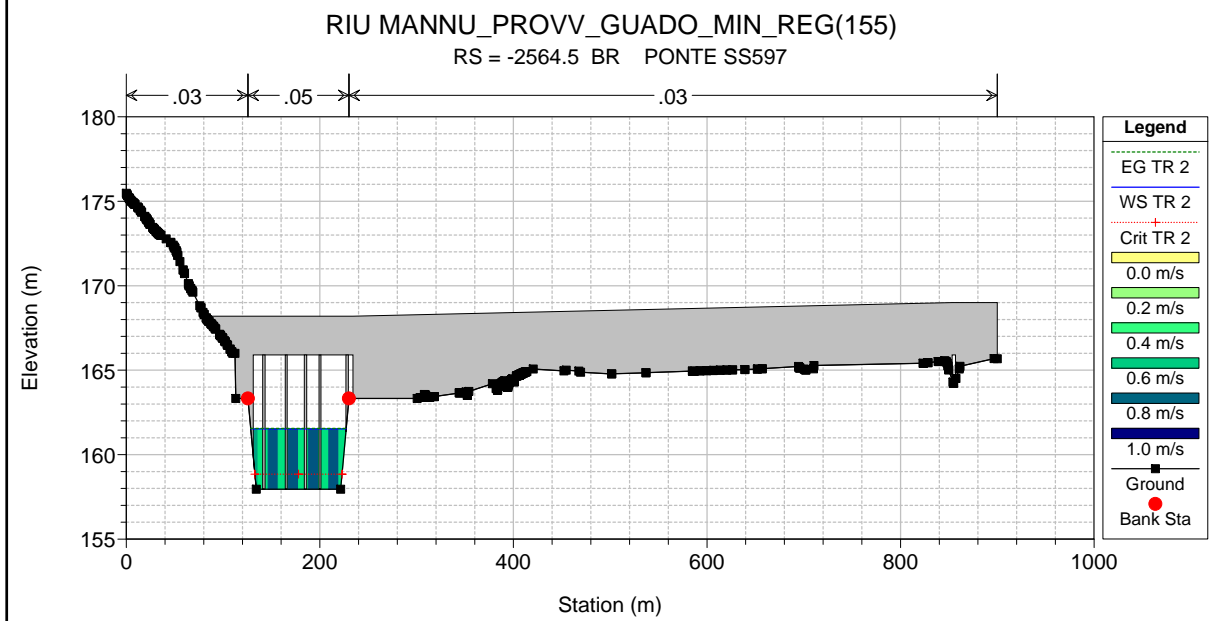
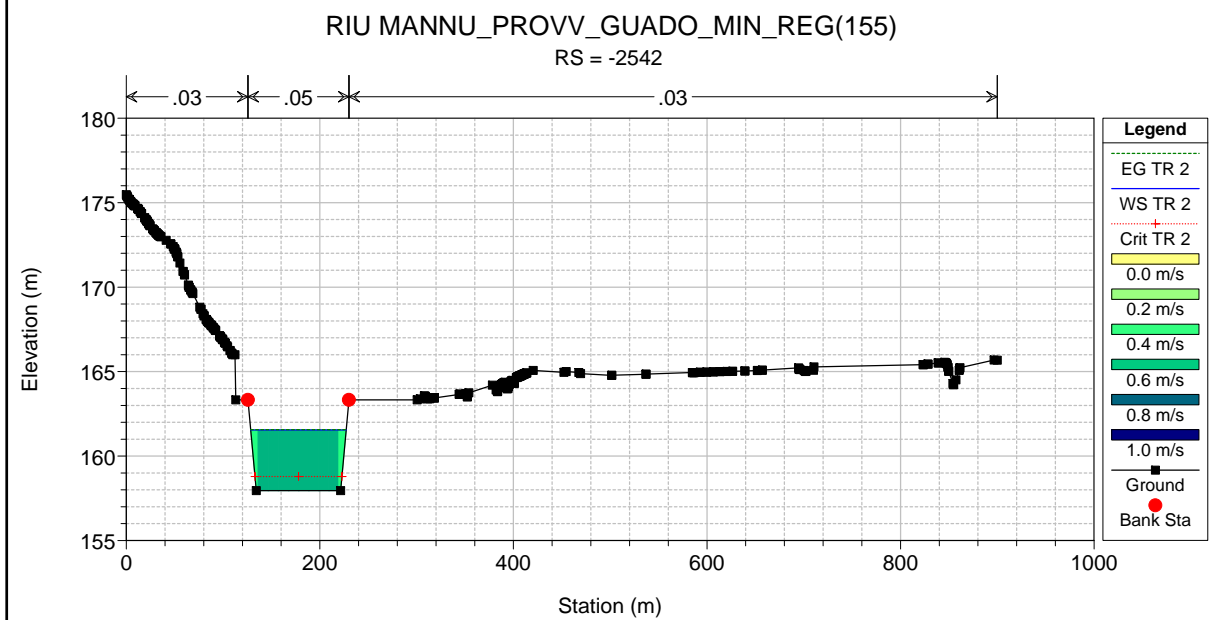
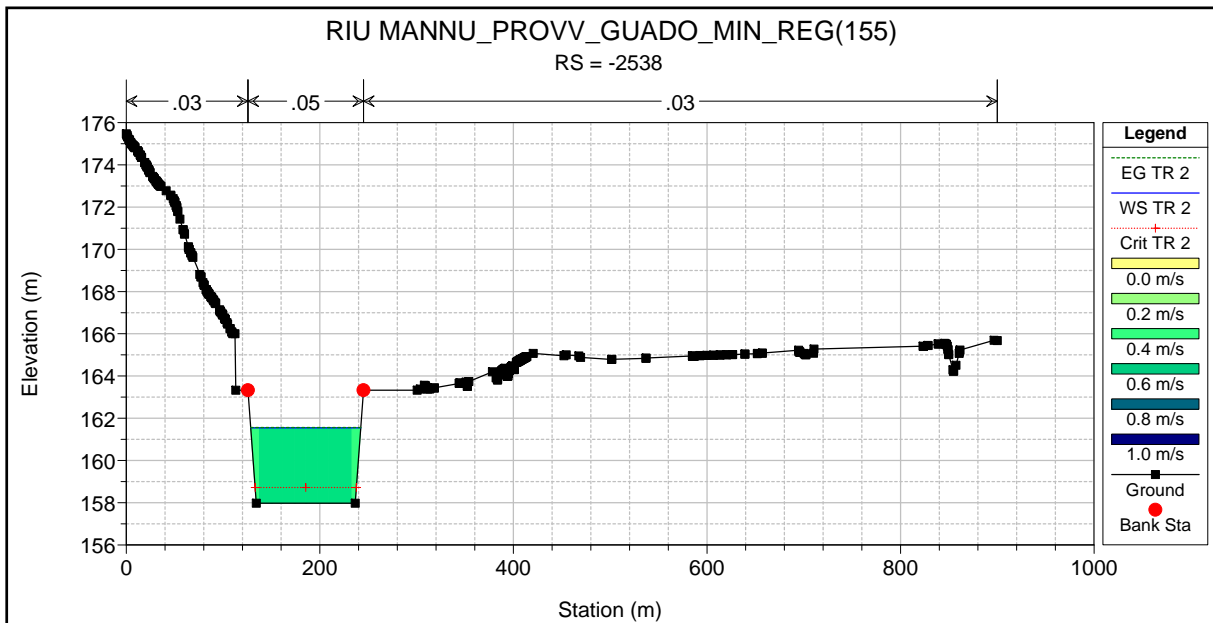


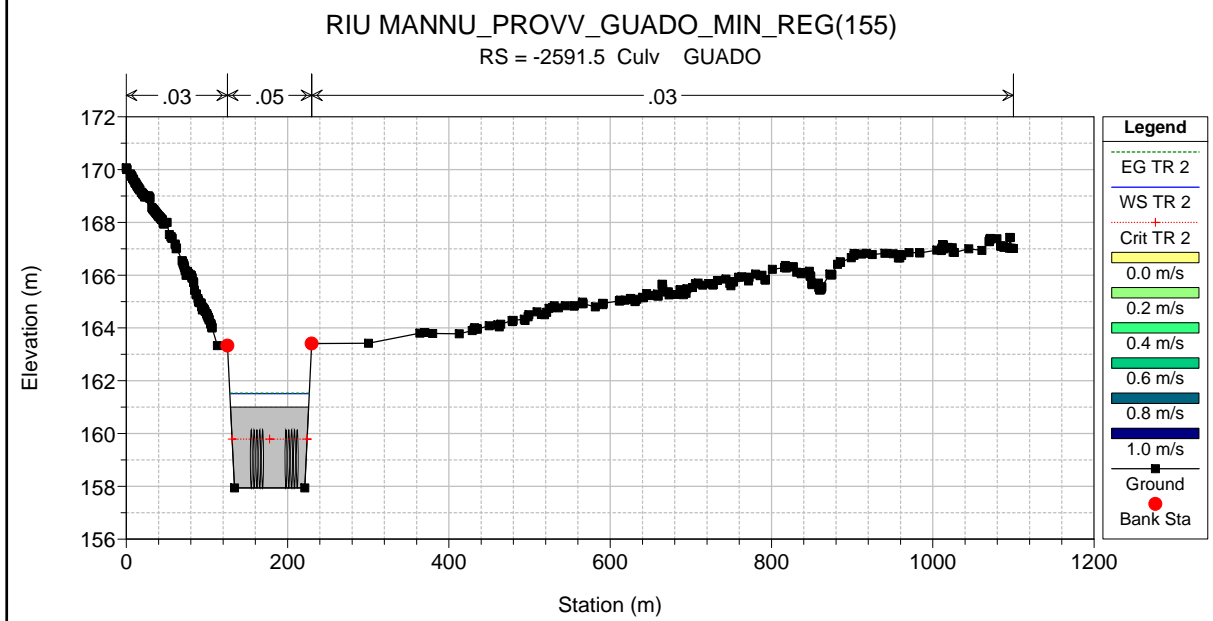
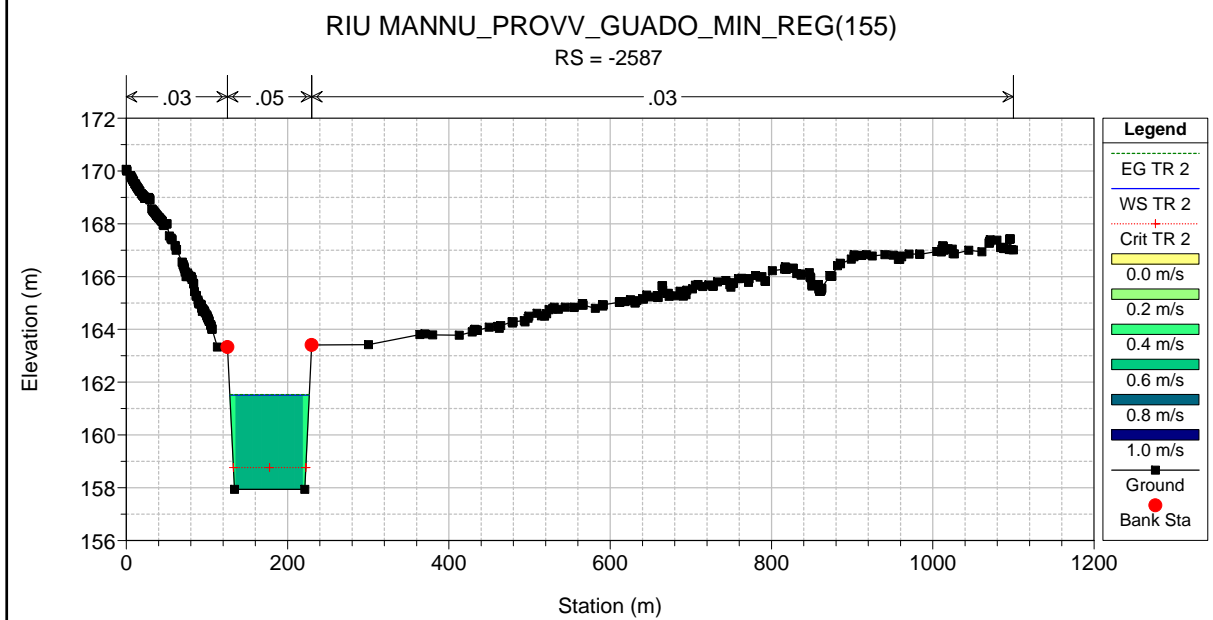
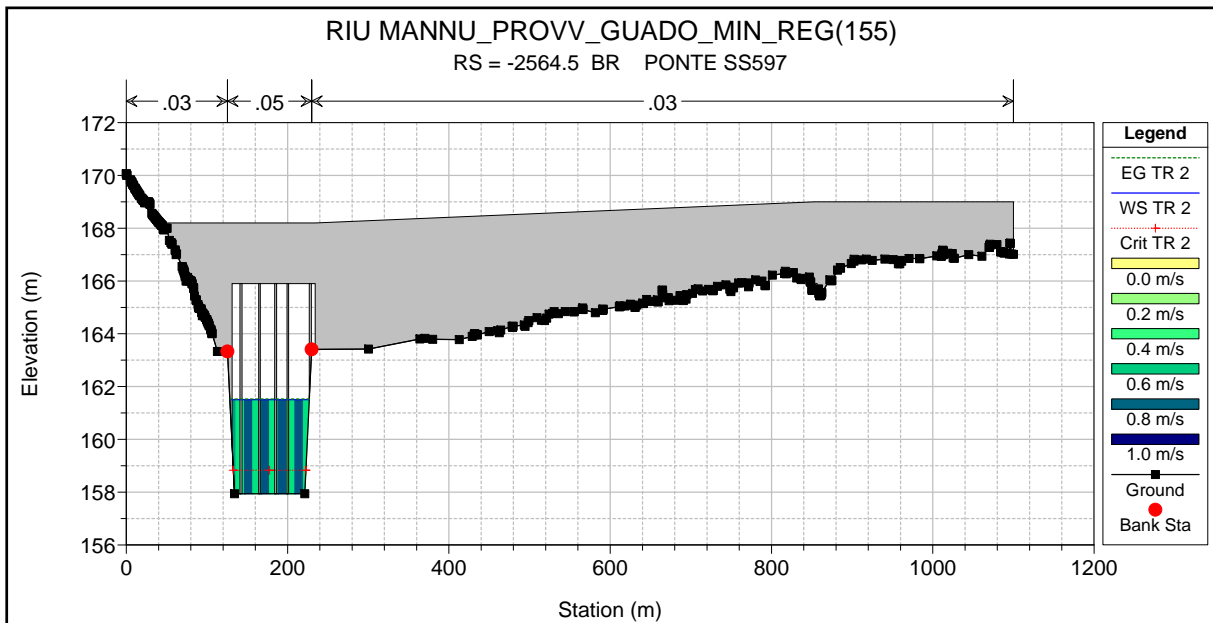


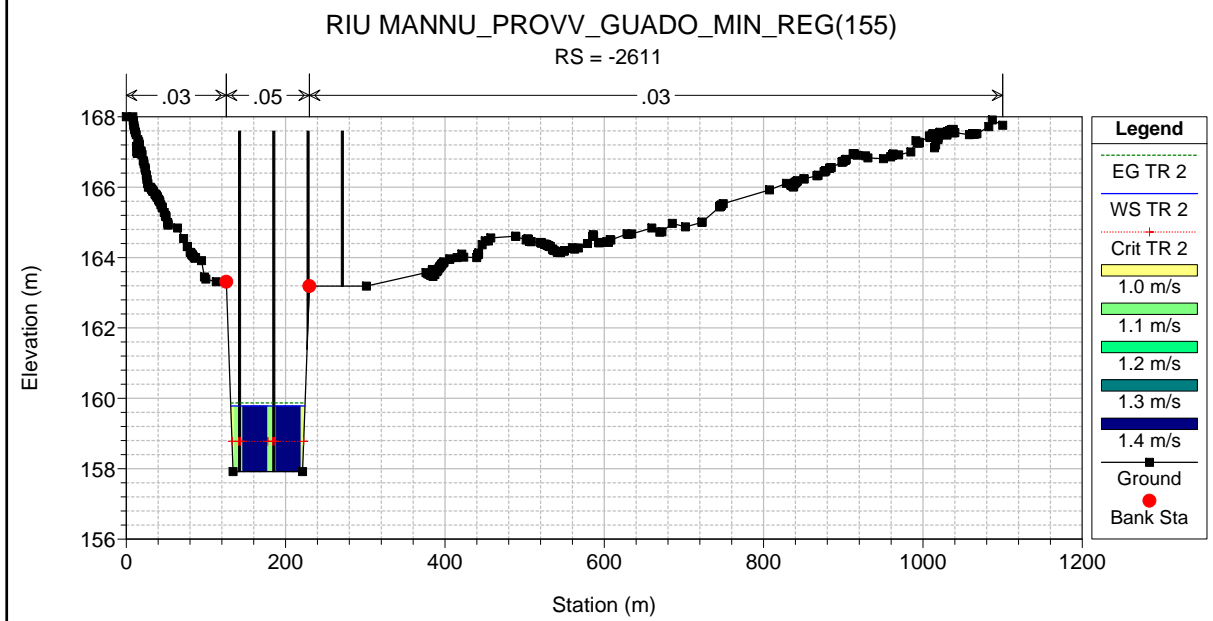
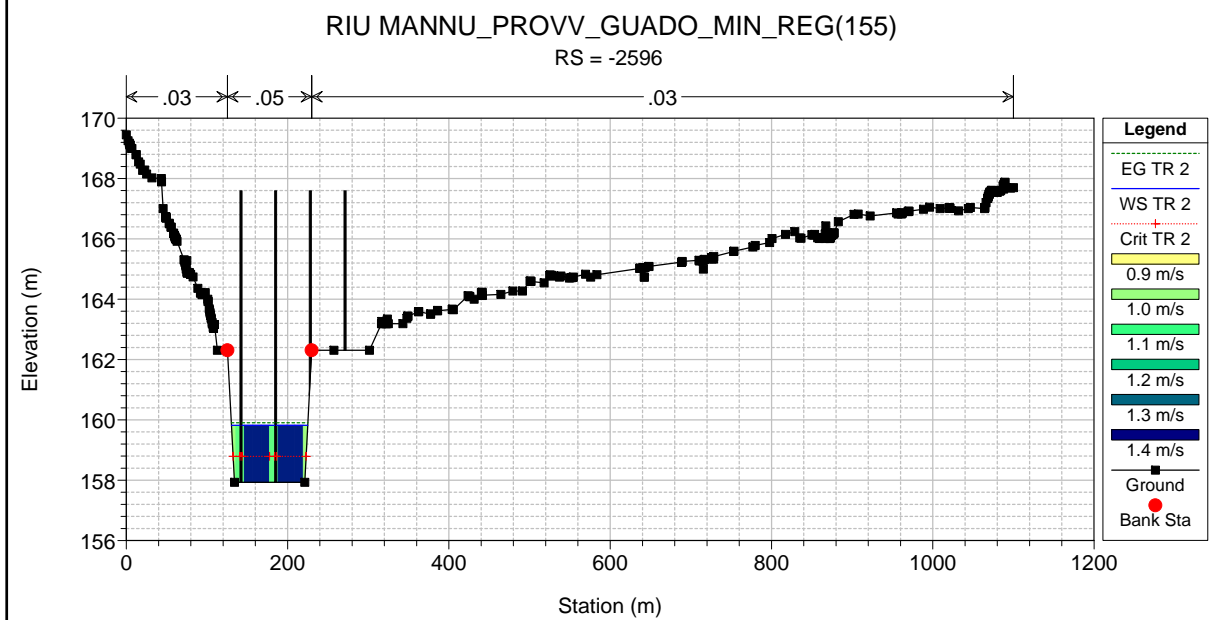
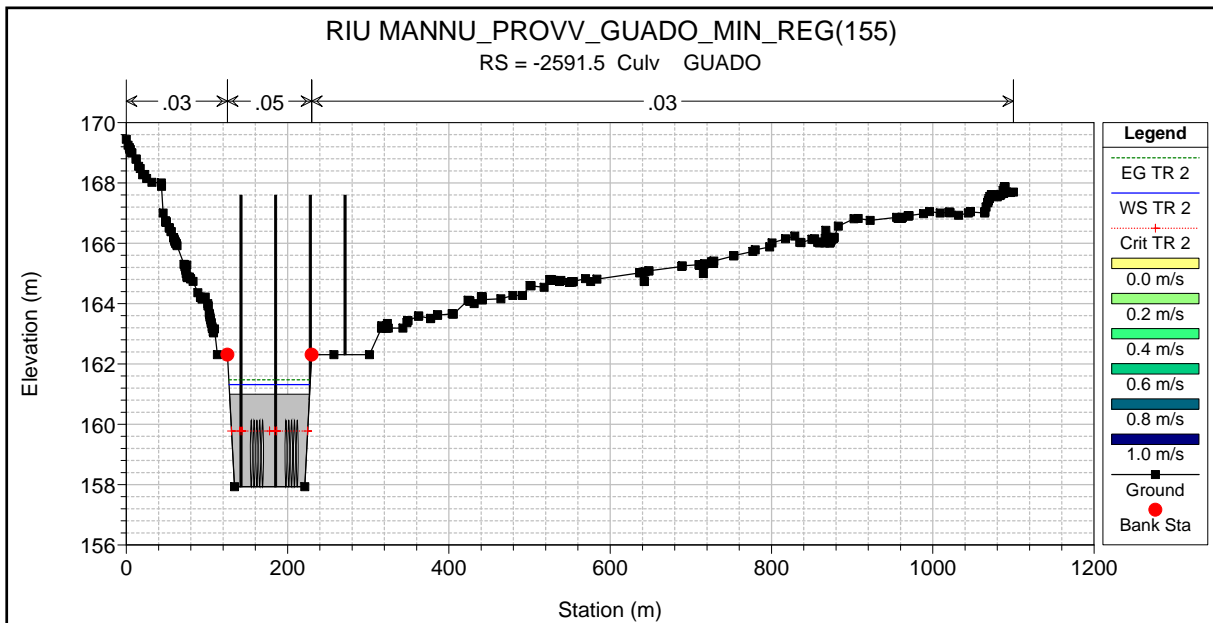


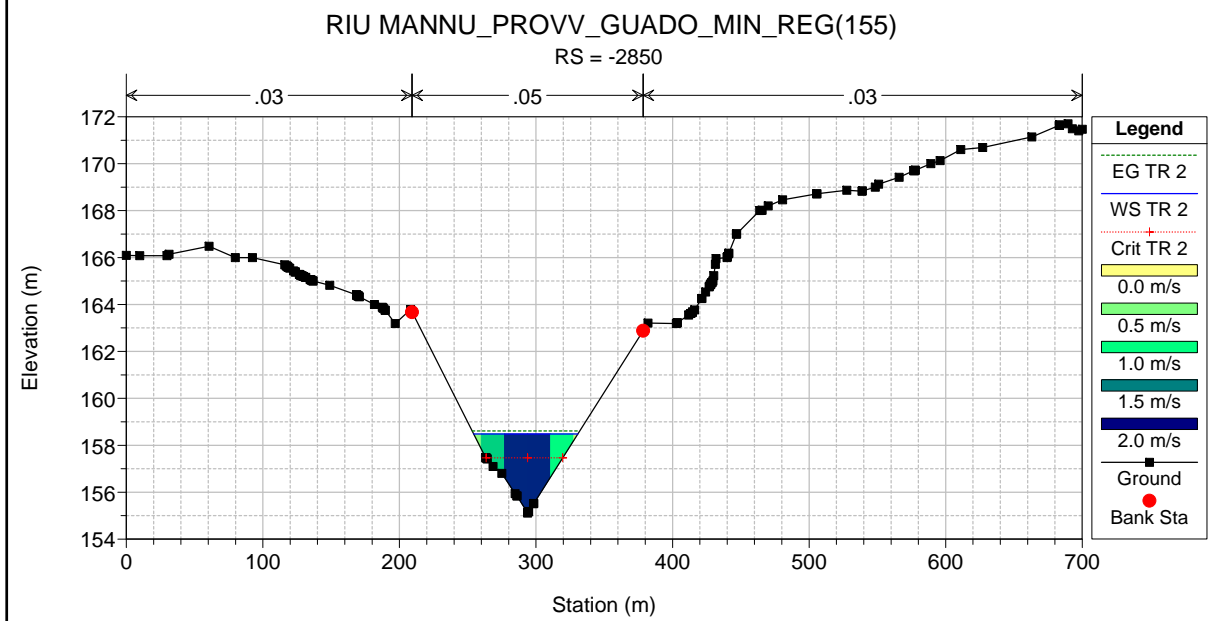
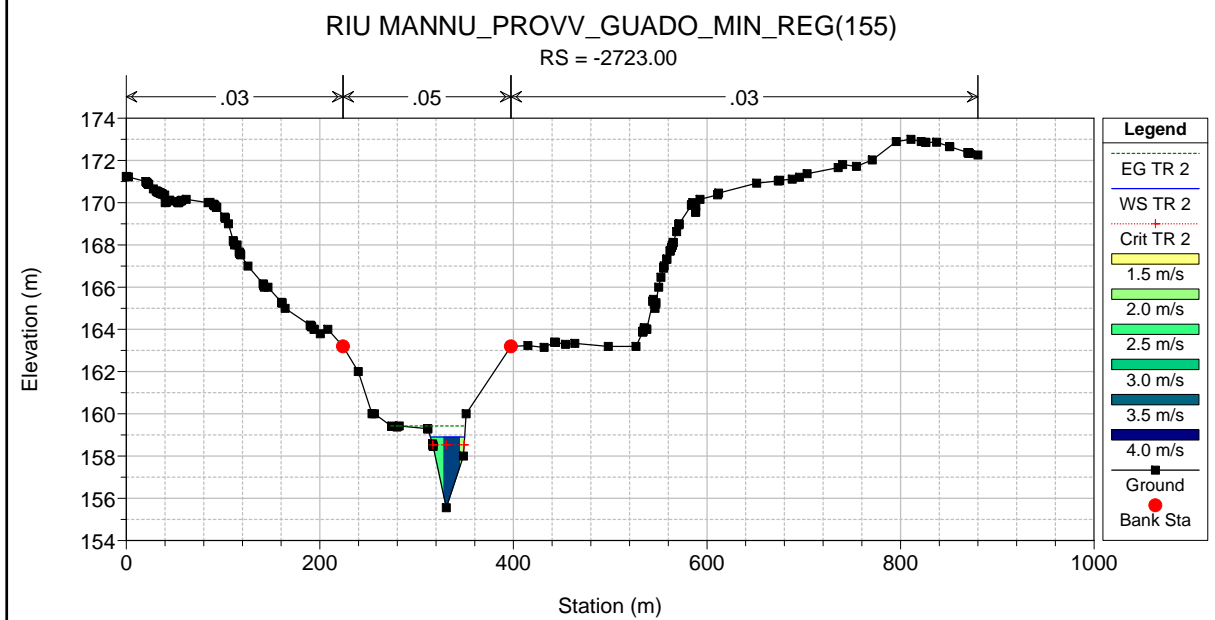
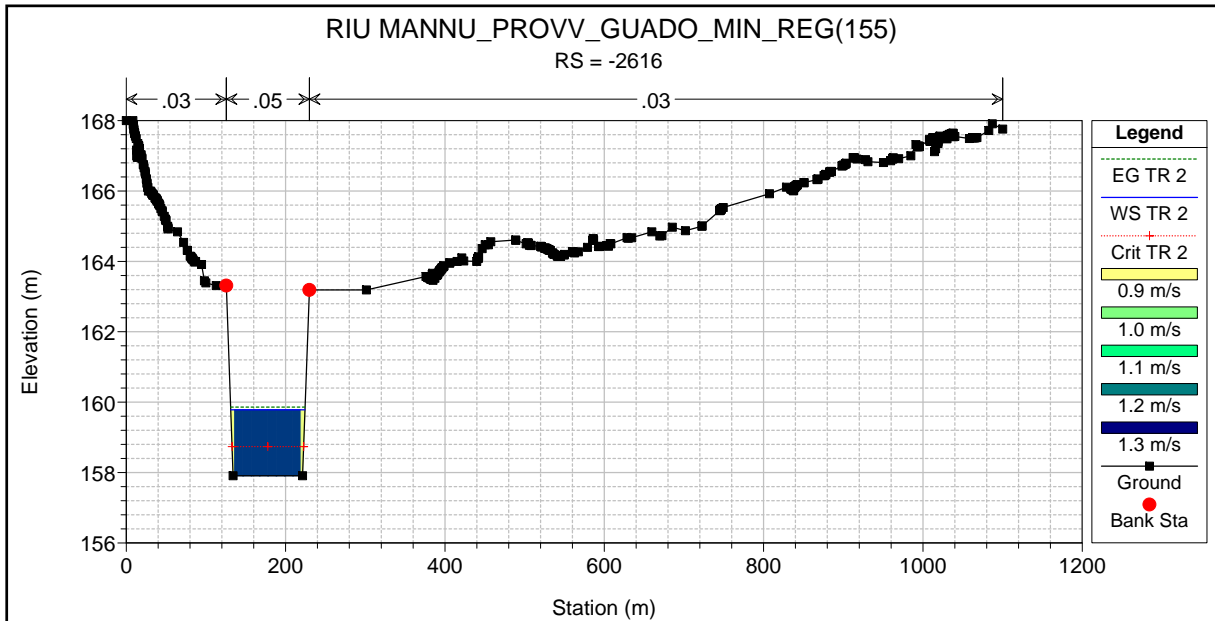


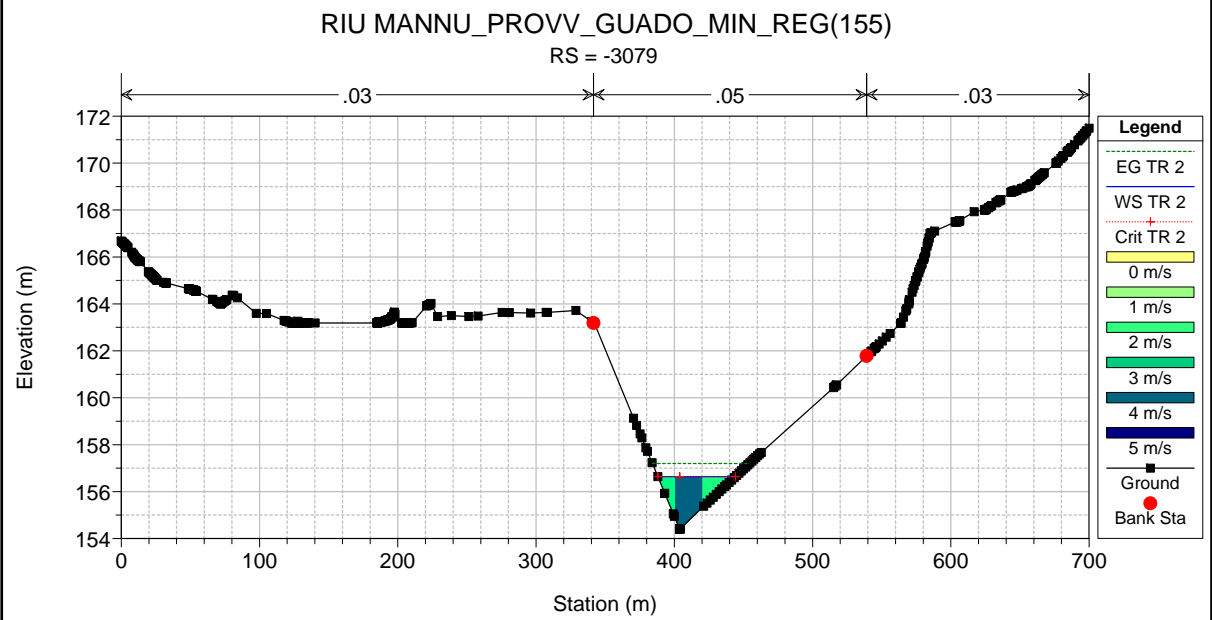
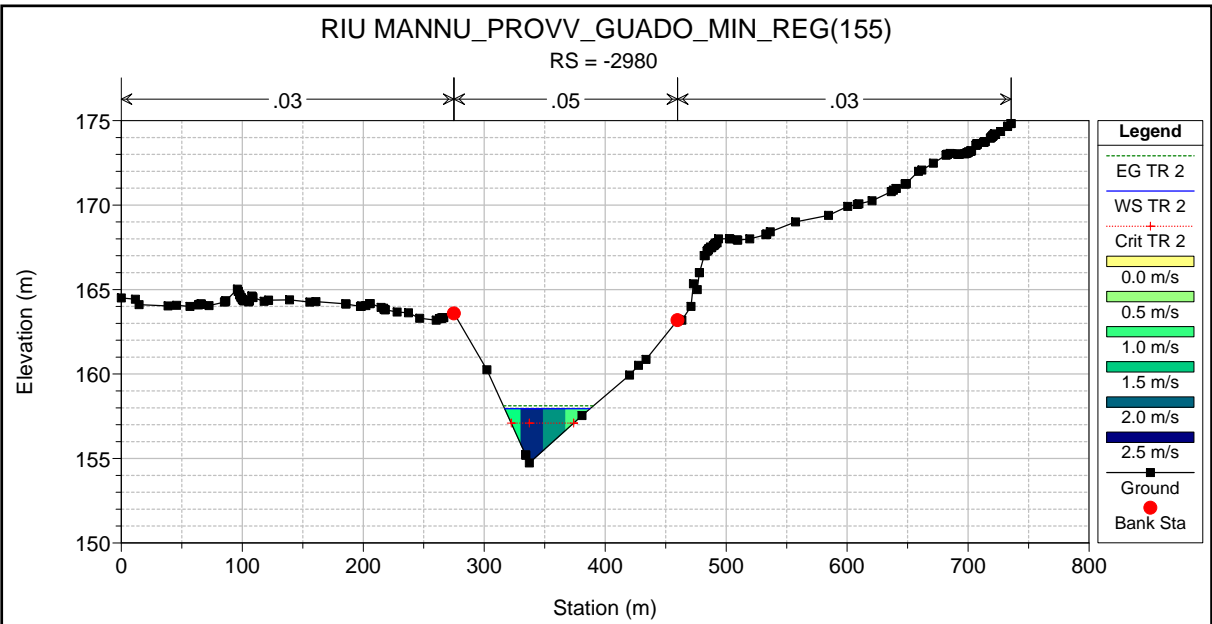












ALLEGATO 4.3

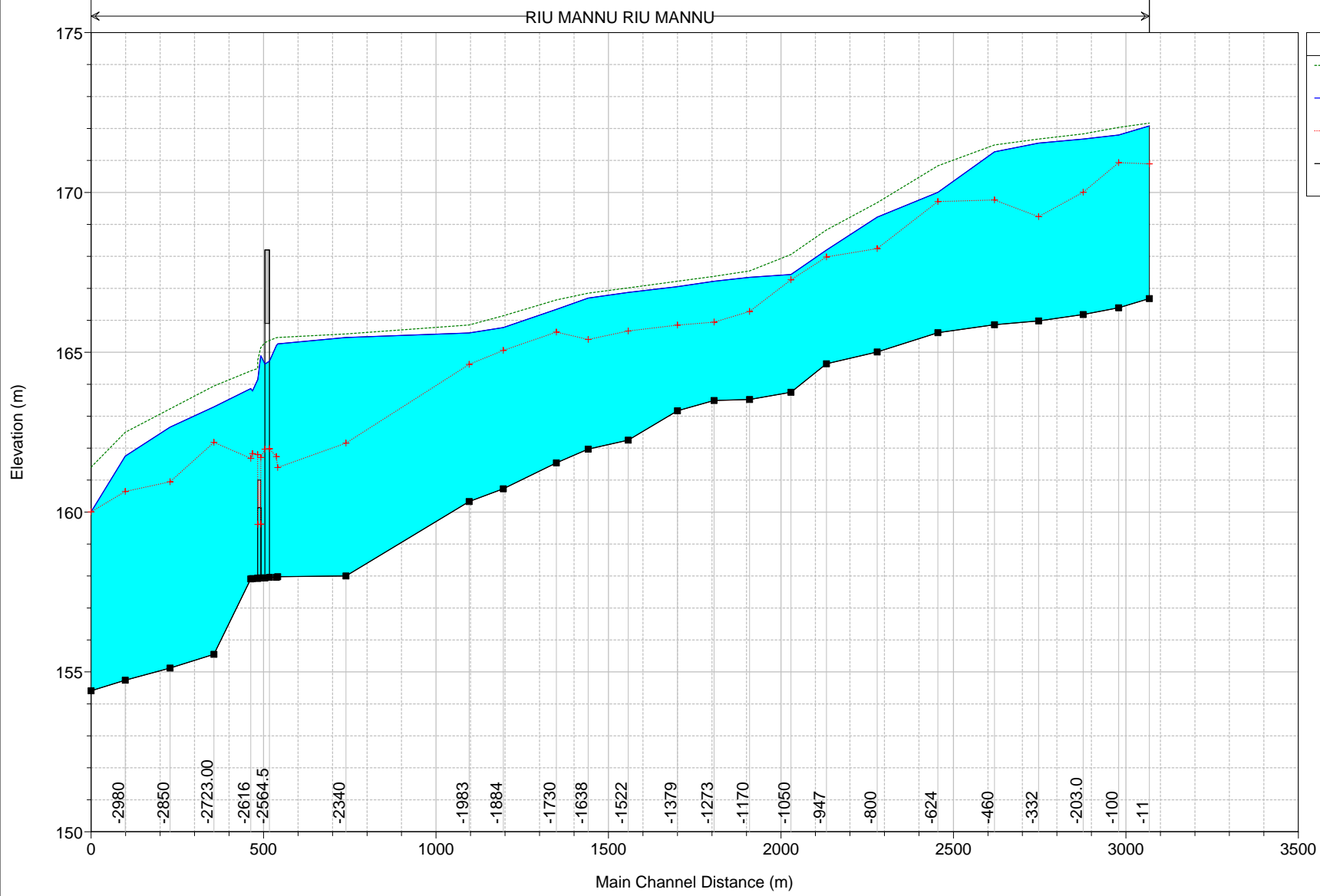
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: PROV_GUADO_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

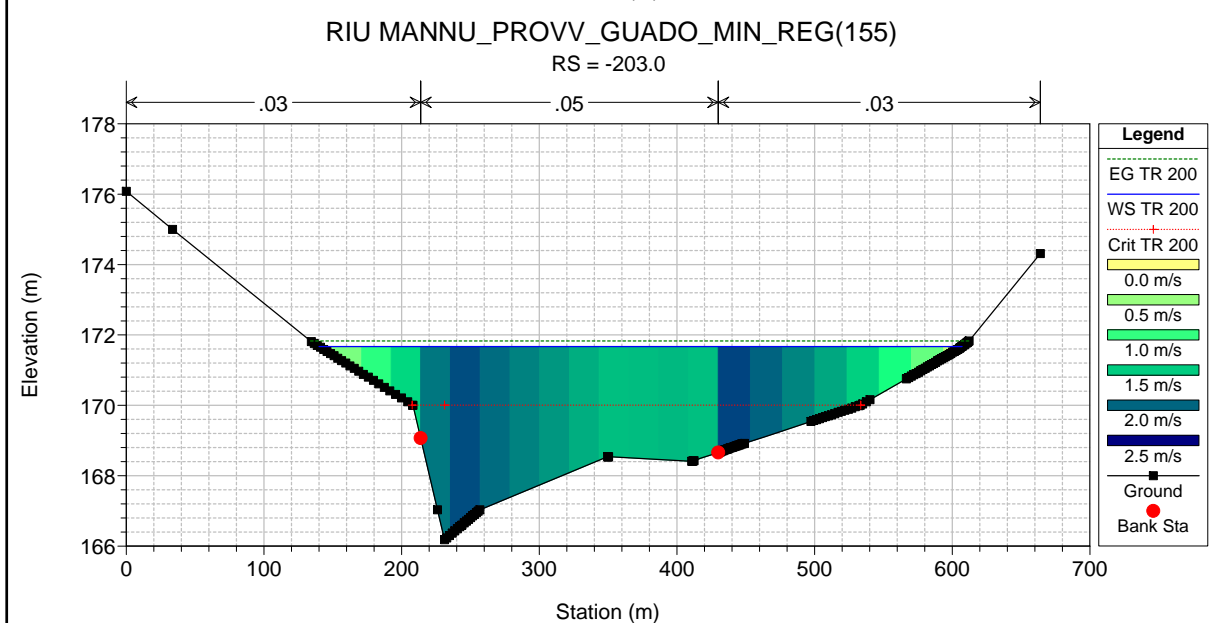
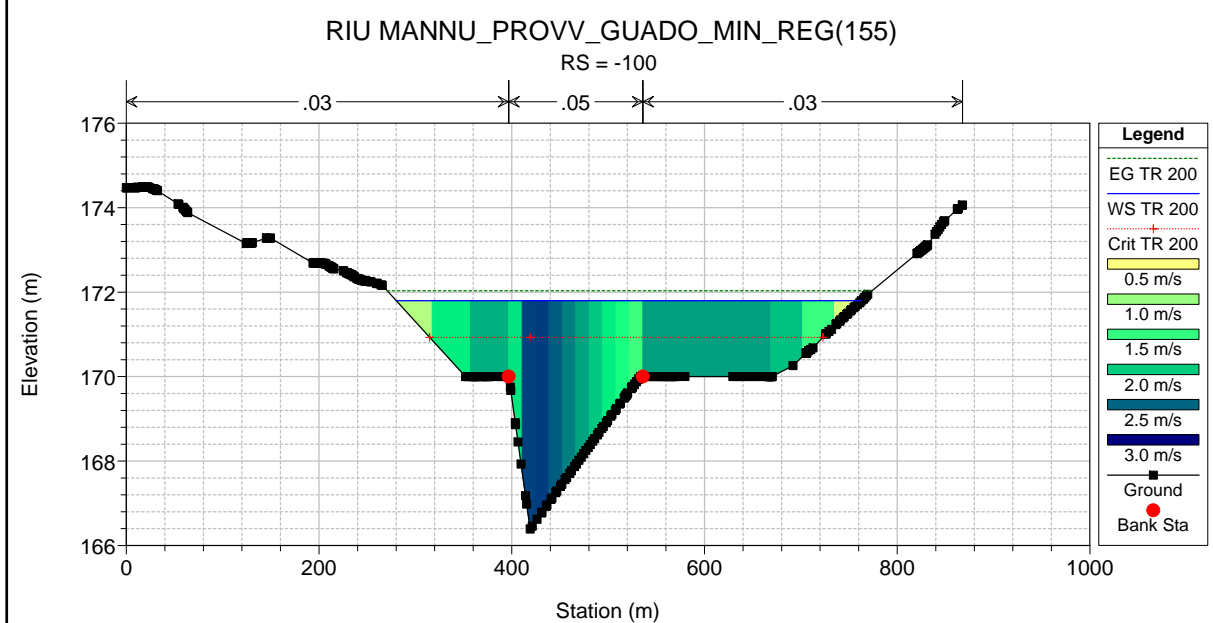
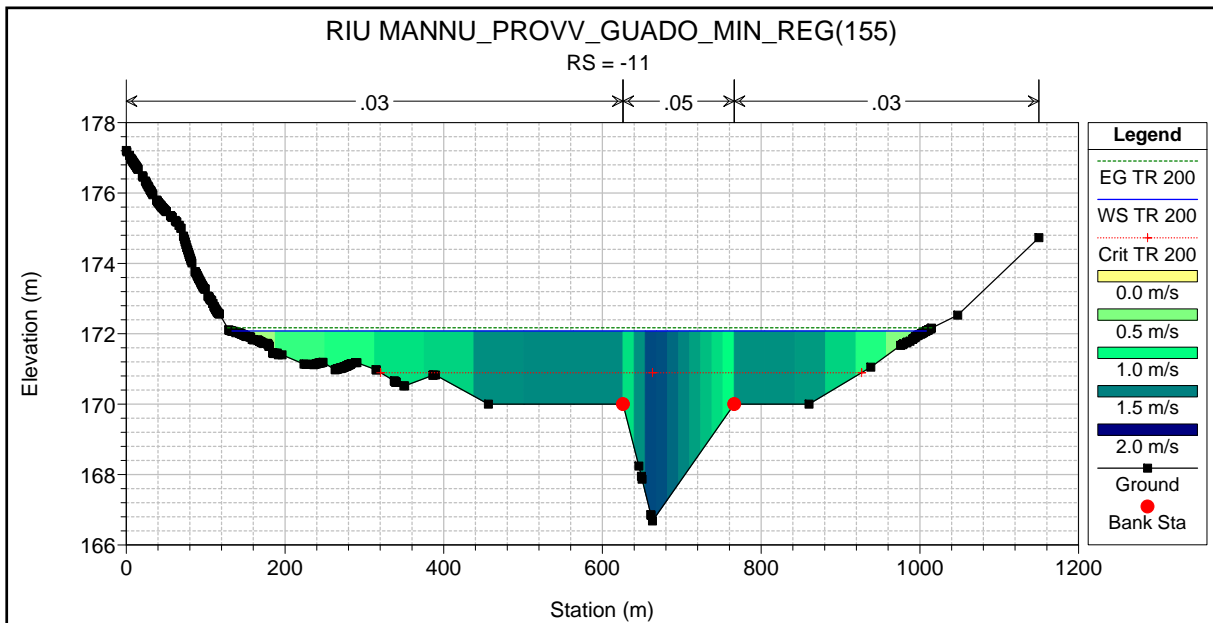
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.4	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	218.7	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.08	167.35	166.28	1.07	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.1	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.6	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.88	167.05	165.85	1.20	0.31	167.22	1.8	1.8	3.4	54.1	2.00
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.62	166.87	165.67	1.20	0.27	167.01	1.5	1.7	3.1	38.4	2.20
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.72	166.69	165.40	1.29	0.31	166.85	1.7	1.7	3.2	49.5	2.30
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.80	166.34	165.63	0.71	0.43	166.64	2.5	2.4	3.4	104.6	1.95
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	5.04	165.77	165.06	0.71	0.45	166.14	2.7	2.7	3.7	114.2	2.32
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.27	165.60	164.62	0.98	0.36	165.85	2.2	2.2	3.8	77.0	2.22
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.46	165.46	162.16	3.30	0.16	165.57	1.3	1.5	6.4	21.3	4.12
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	157.98	7.28	165.26	161.39	3.87	0.26	165.46	2.1	1.7	6.7	58.6	1.97
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	157.96	7.24	165.20	161.73	3.47	0.29	165.45	2.4	1.9	6.6	75.3	1.80
RIU MANNU	-2564.5	Bridge													
RIU MANNU	-2587	TR 200	2076.0	157.94	6.95	164.89	161.71	3.18	0.31	165.15	2.5	2.0	6.3	80.0	2.12
RIU MANNU	-2591.5	Culvert													
RIU MANNU	-2596	TR 200	2076.0	157.93	6.21	164.14	161.80	2.34	0.37	164.49	2.8	2.5	4.4	116.7	2.44
RIU MANNU	-2611	TR 200	2076.0	157.92	5.87	163.79	161.83	1.96	0.50	164.44	3.7	3.3	4.2	202.7	2.15
RIU MANNU	-2616	TR 200	2076.0	157.91	5.95	163.86	161.68	2.18	0.46	164.42	3.4	3.1	5.4	160.7	2.24
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	7.74	163.29	162.18	1.11	0.63	163.94	3.6	3.5	3.3	211.9	2.18
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	7.54	162.66	160.95	1.71	0.54	163.23	3.4	3.4	3.9	175.1	3.92
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	7.01	161.75	160.65	1.10	0.65	162.50	3.8	3.8	3.5	235.0	3.54
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	5.60	160.01	160.01	0.00	1.00	161.40	5.2	5.2	2.8	478.9	2.78

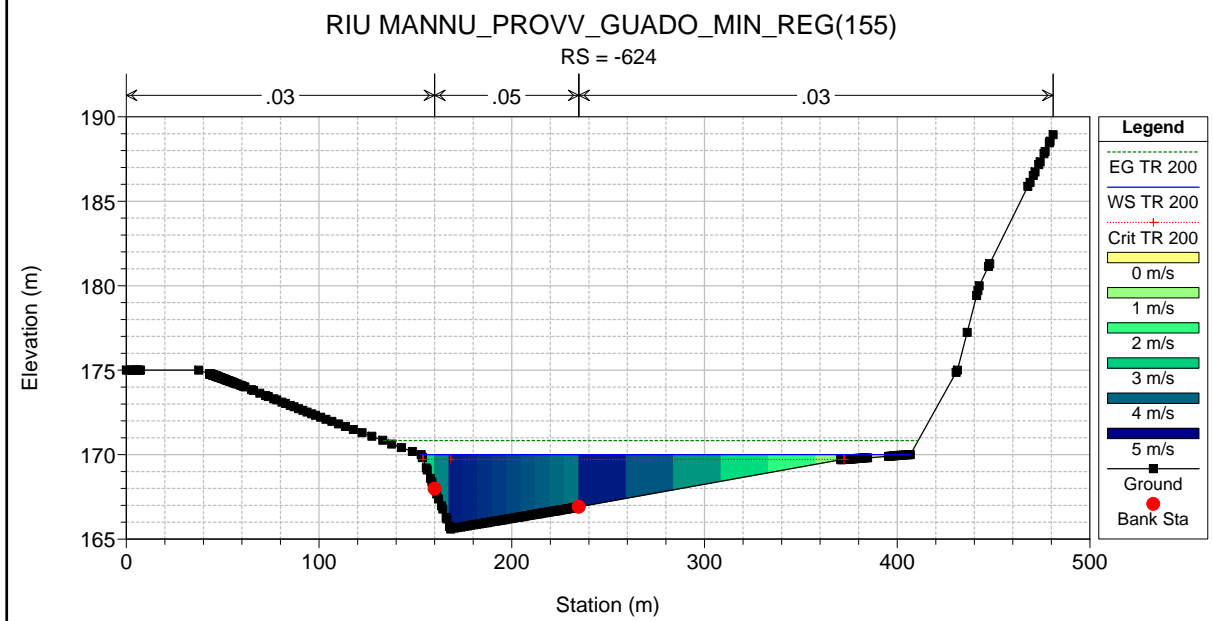
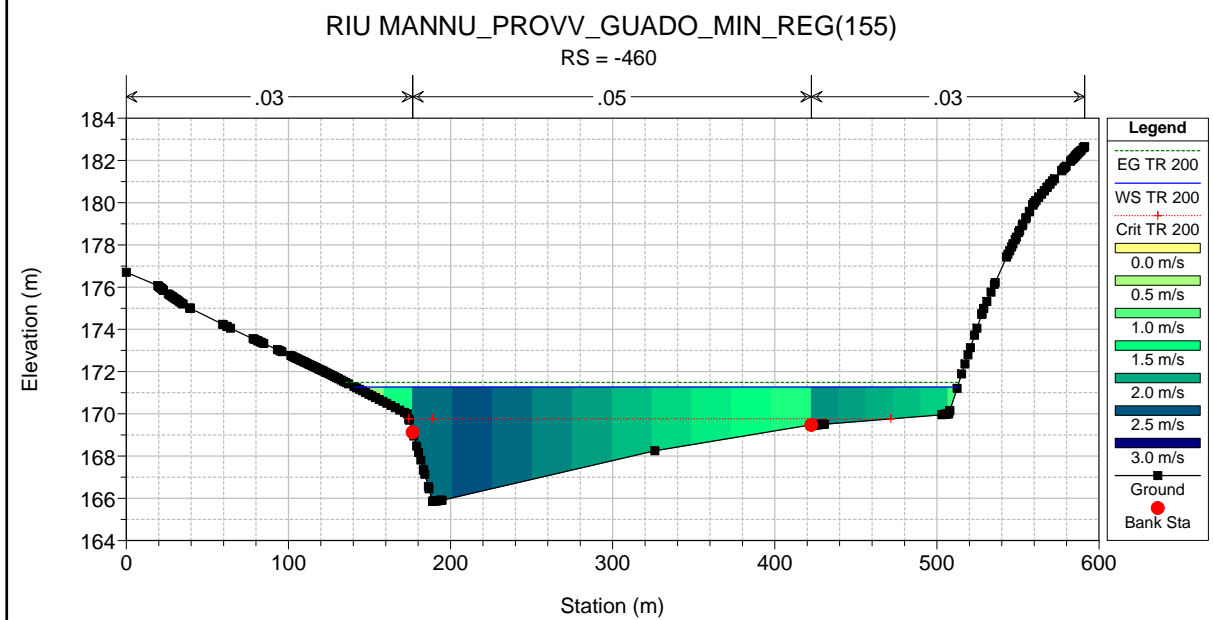
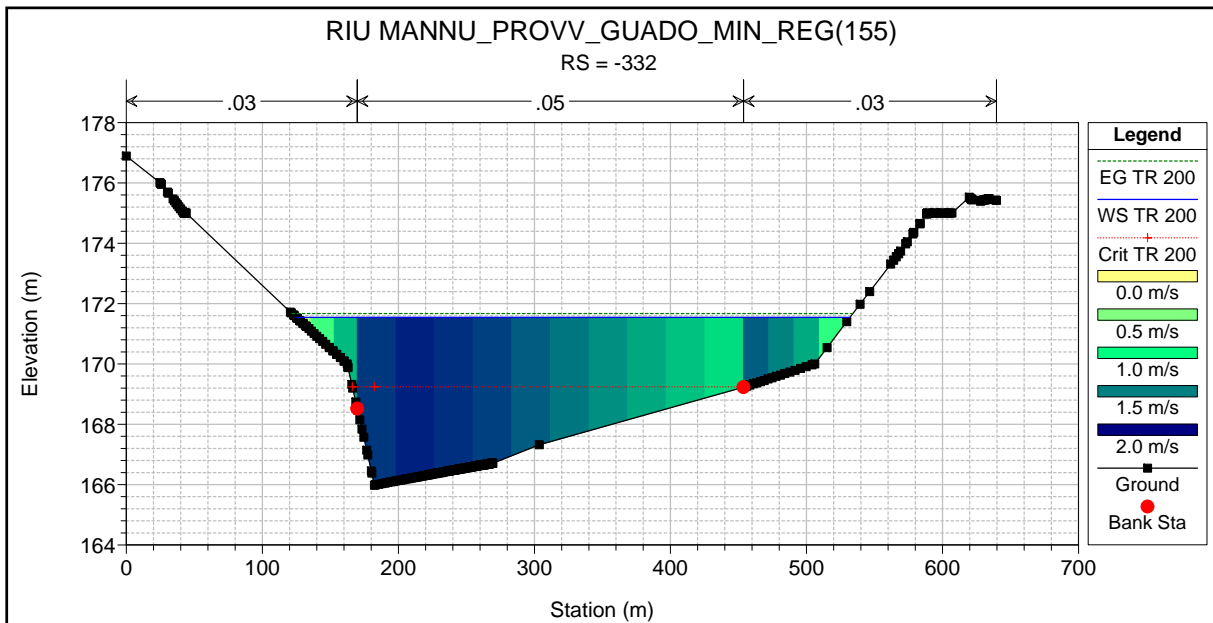
RIU MANNU_PROVV_GUADO_MIN_REG(155)

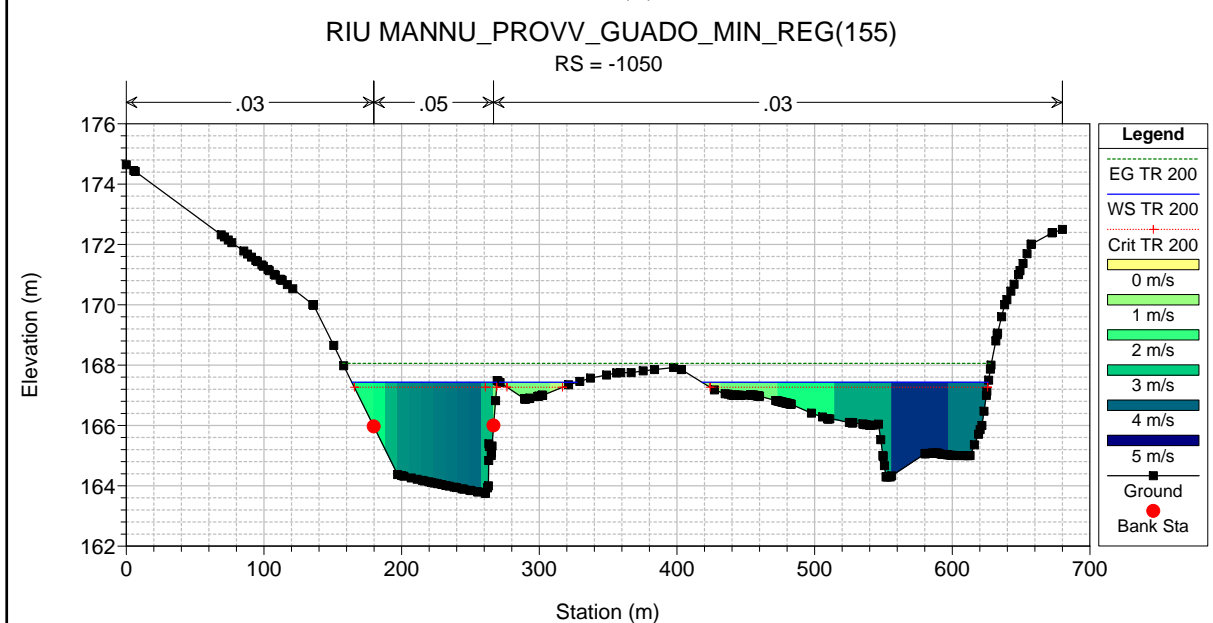
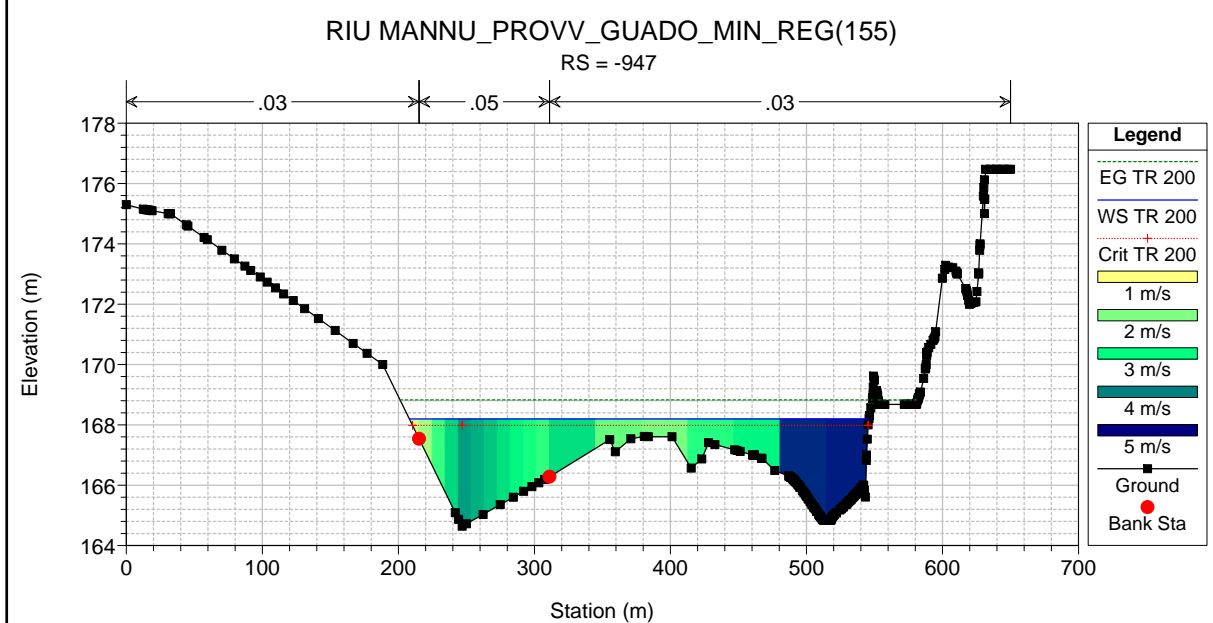
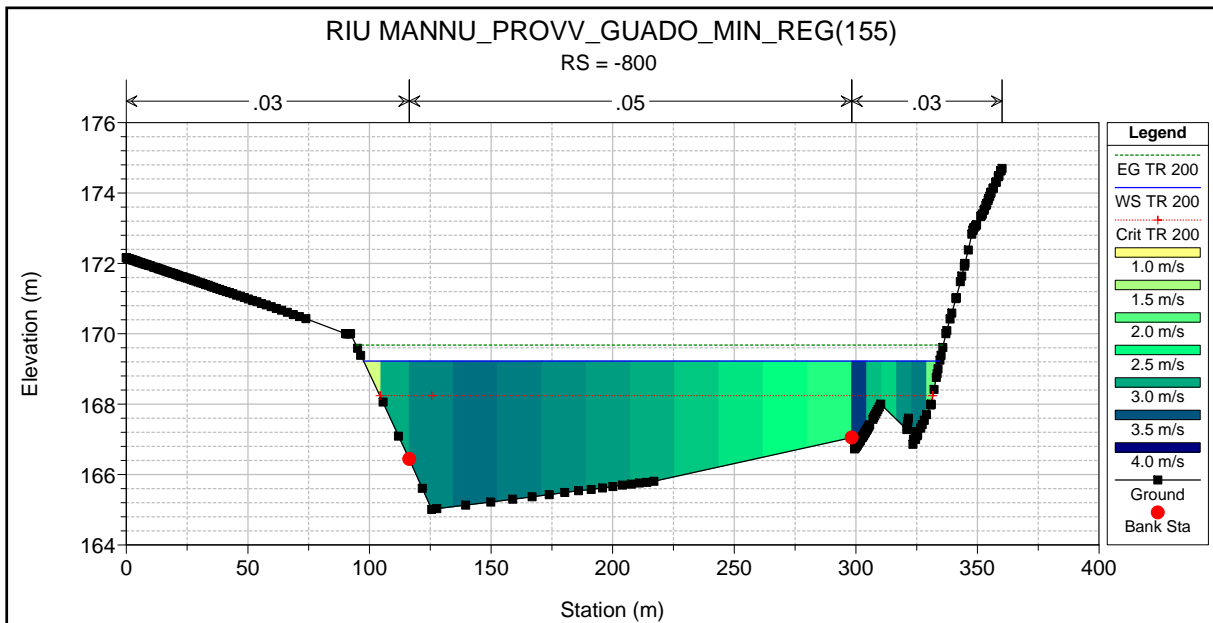
RIU MANNU RIU MANNU

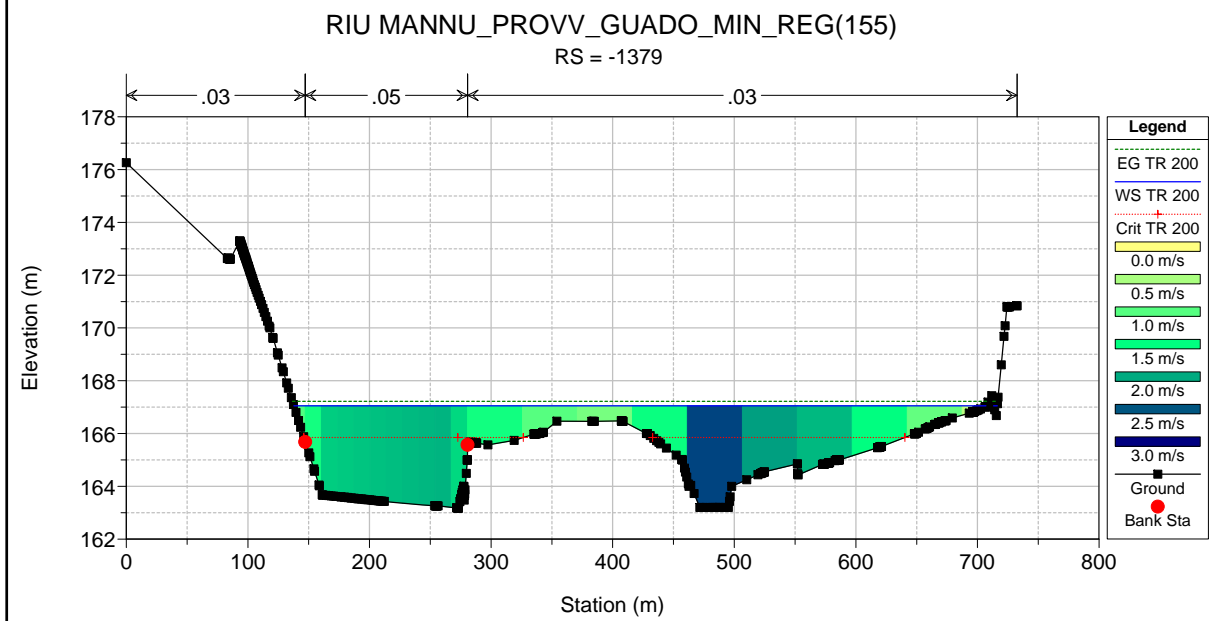
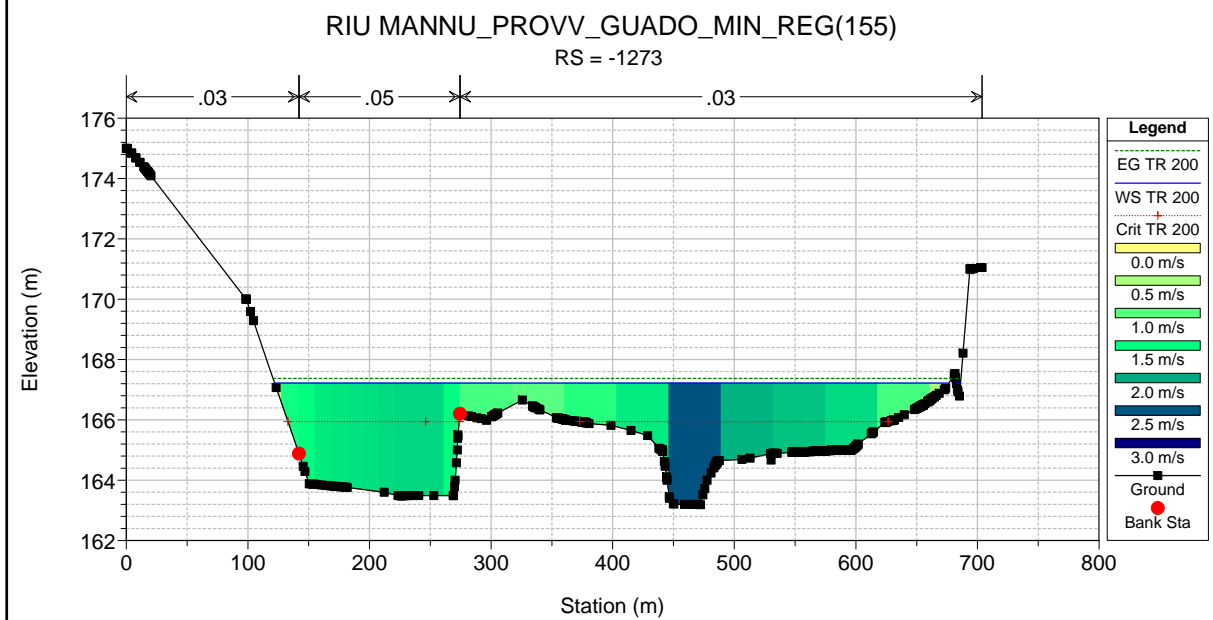
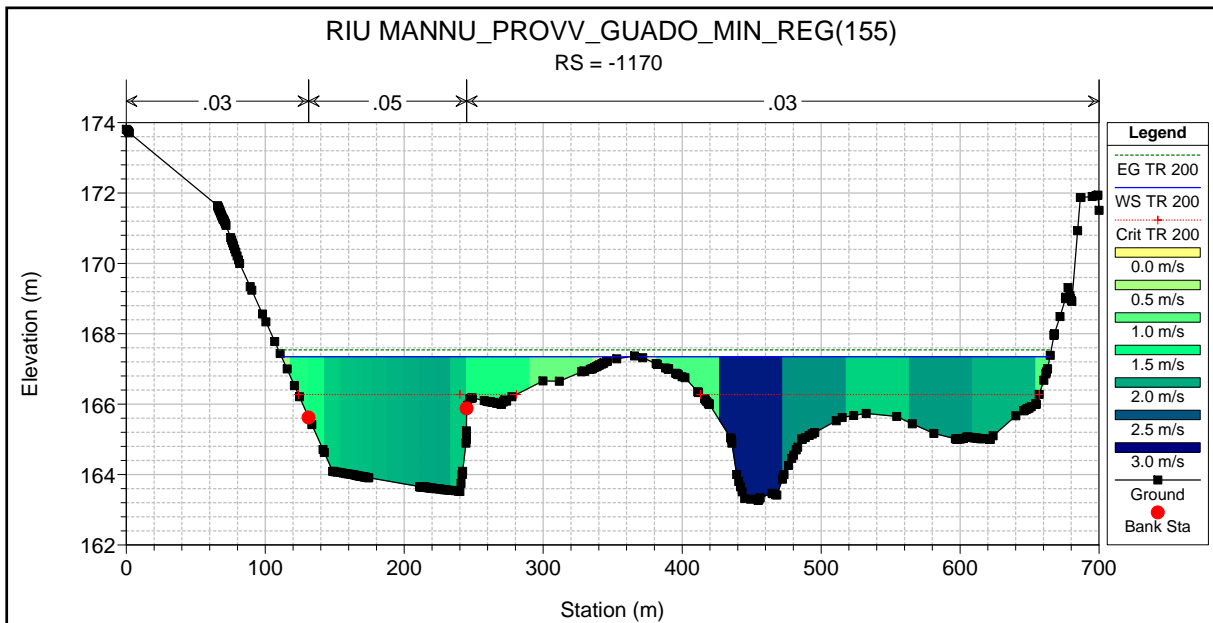


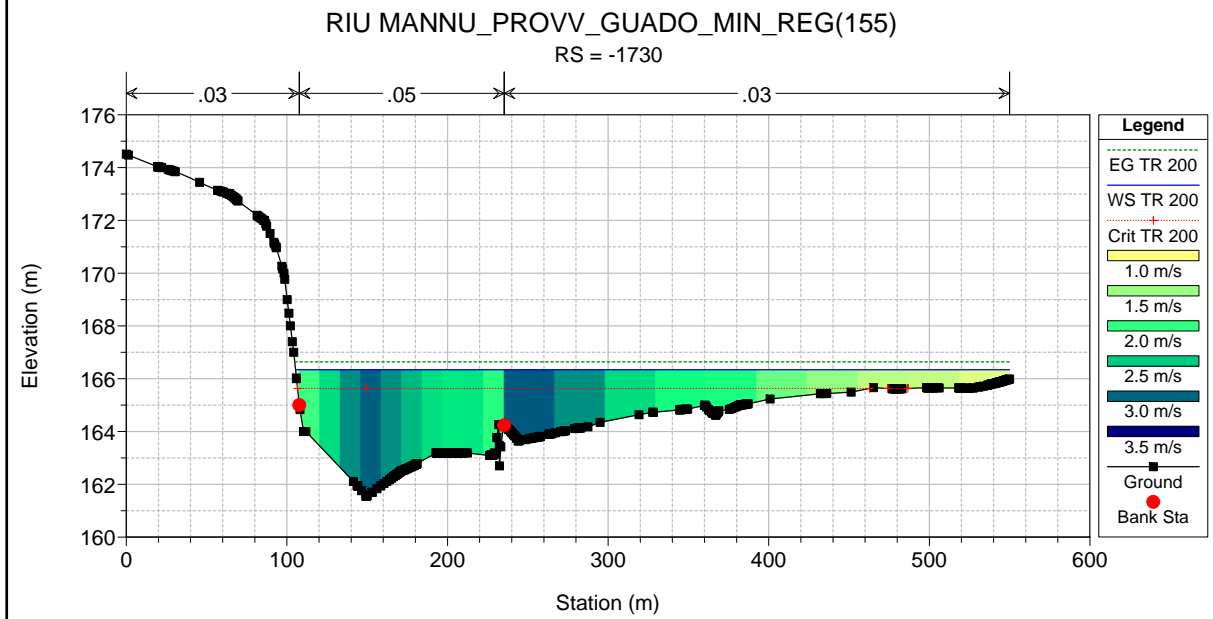
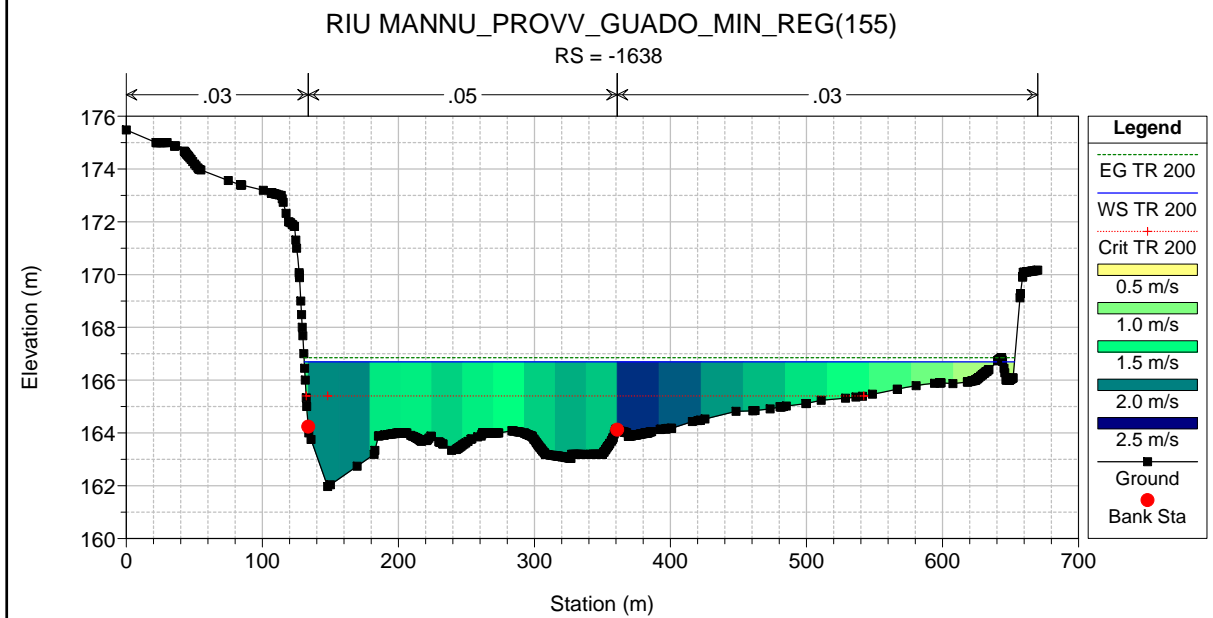
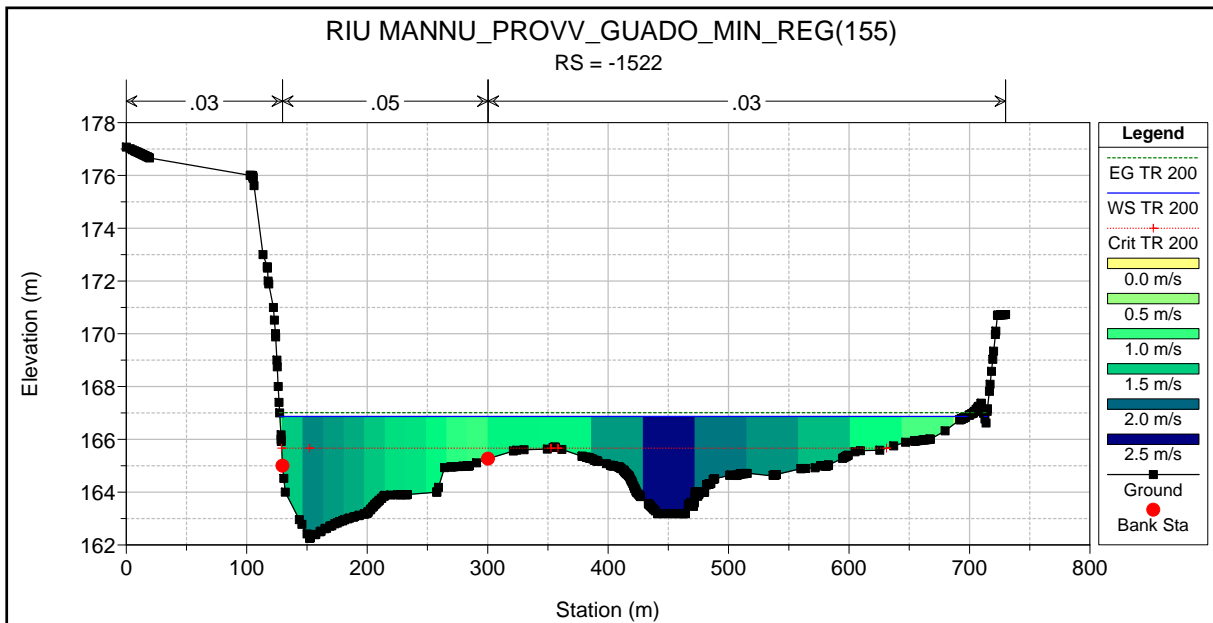
Legend	
EG TR 200	(Green dashed line)
WS TR 200	(Blue solid line)
Crit TR 200	(Red dotted line with '+')
Ground	(Black solid line with square)

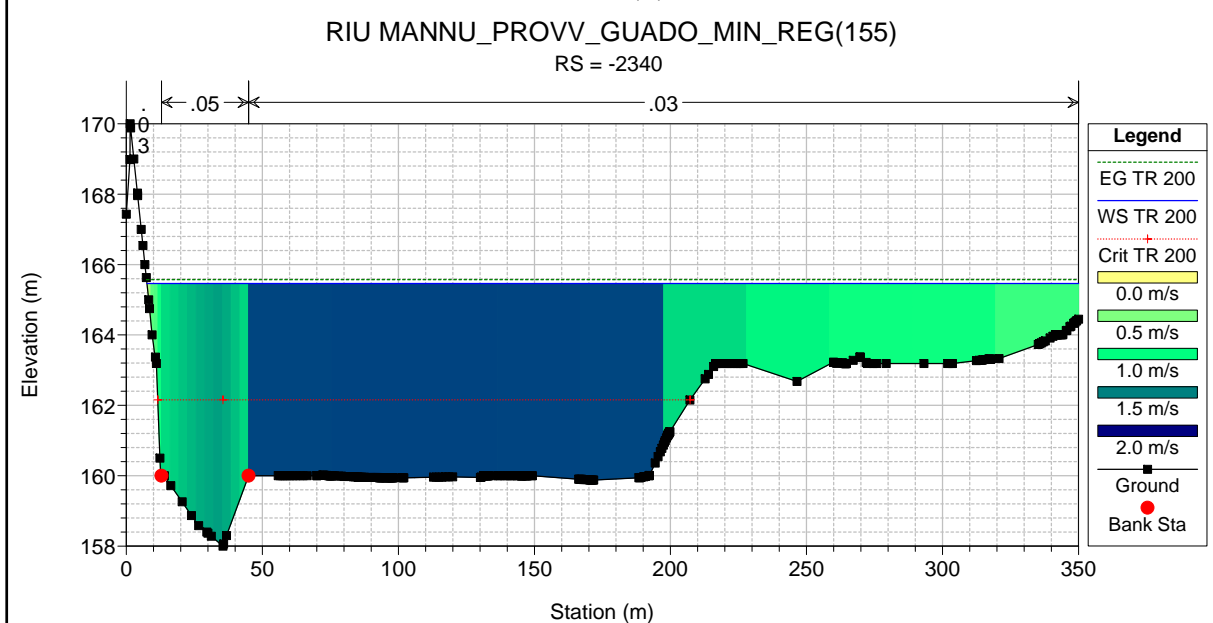
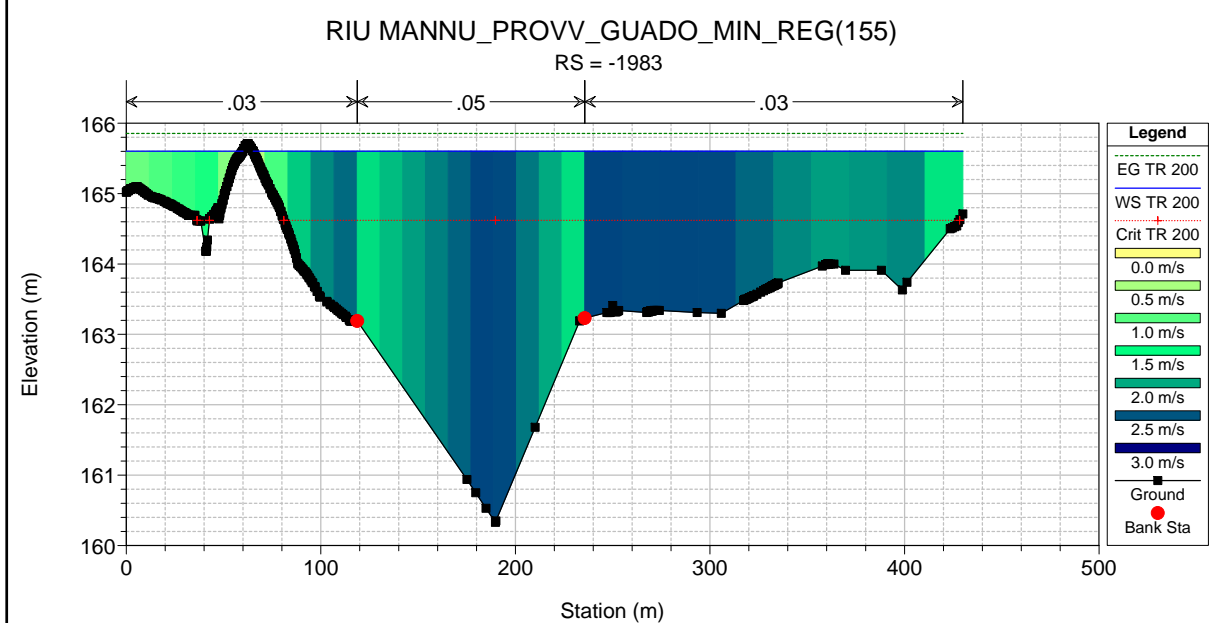
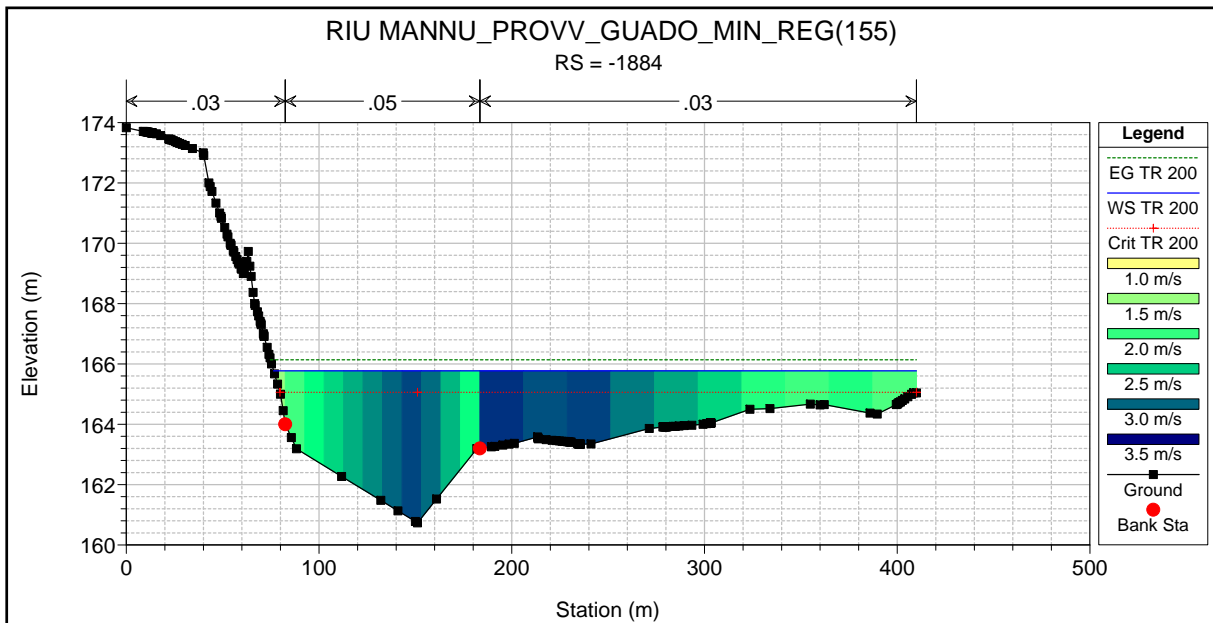


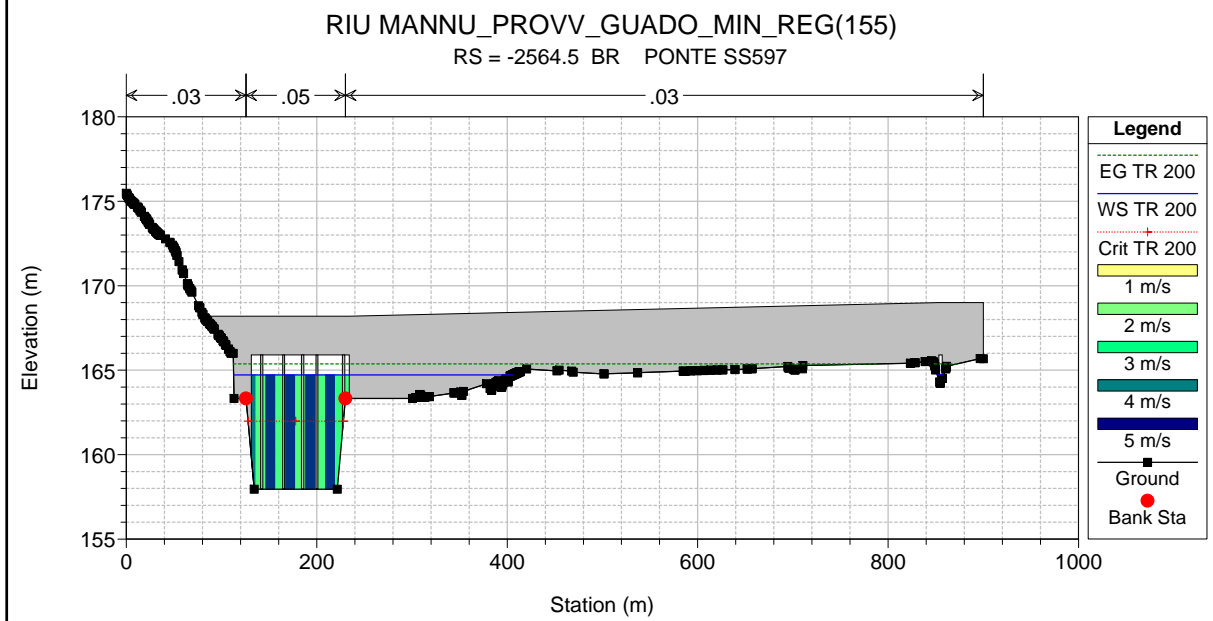
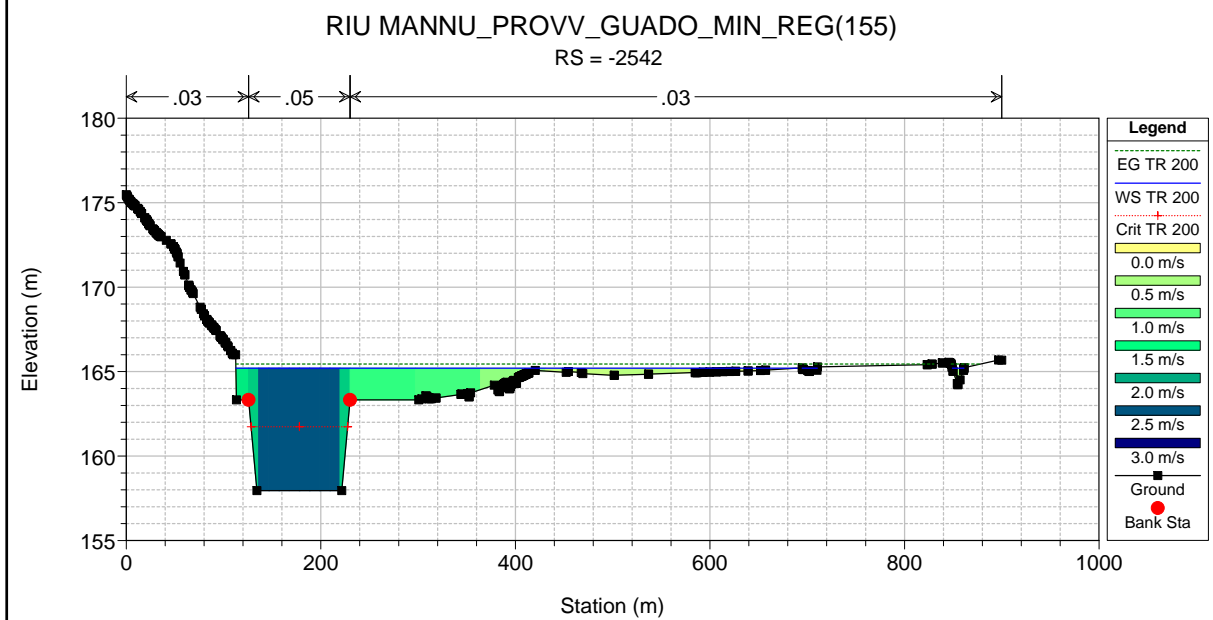
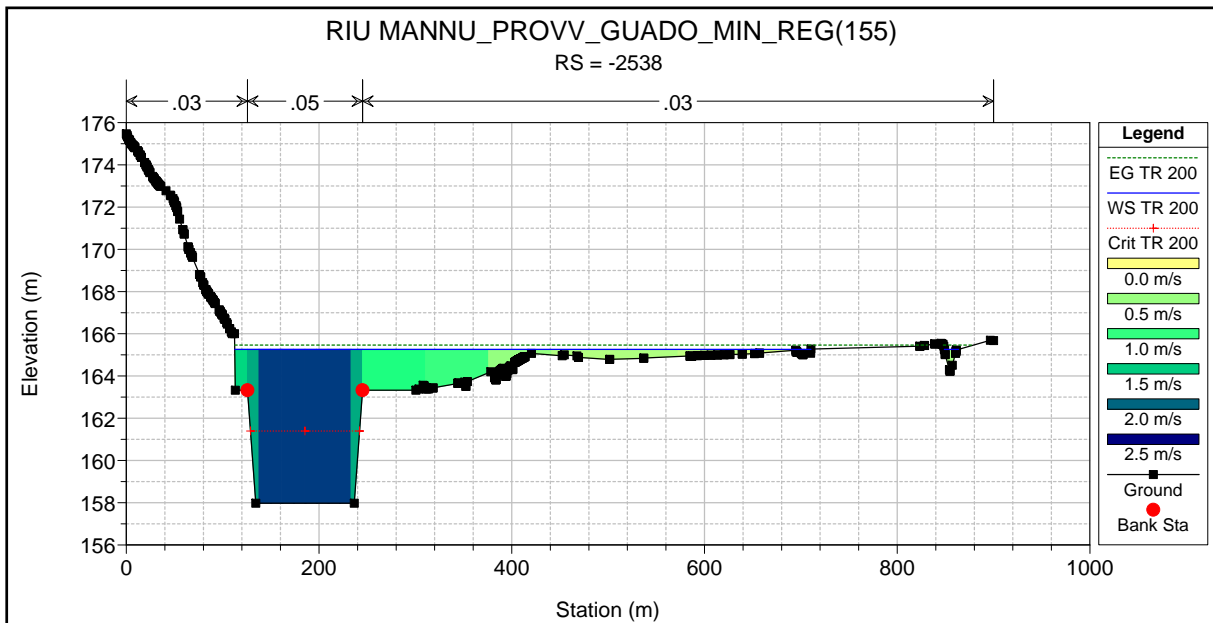


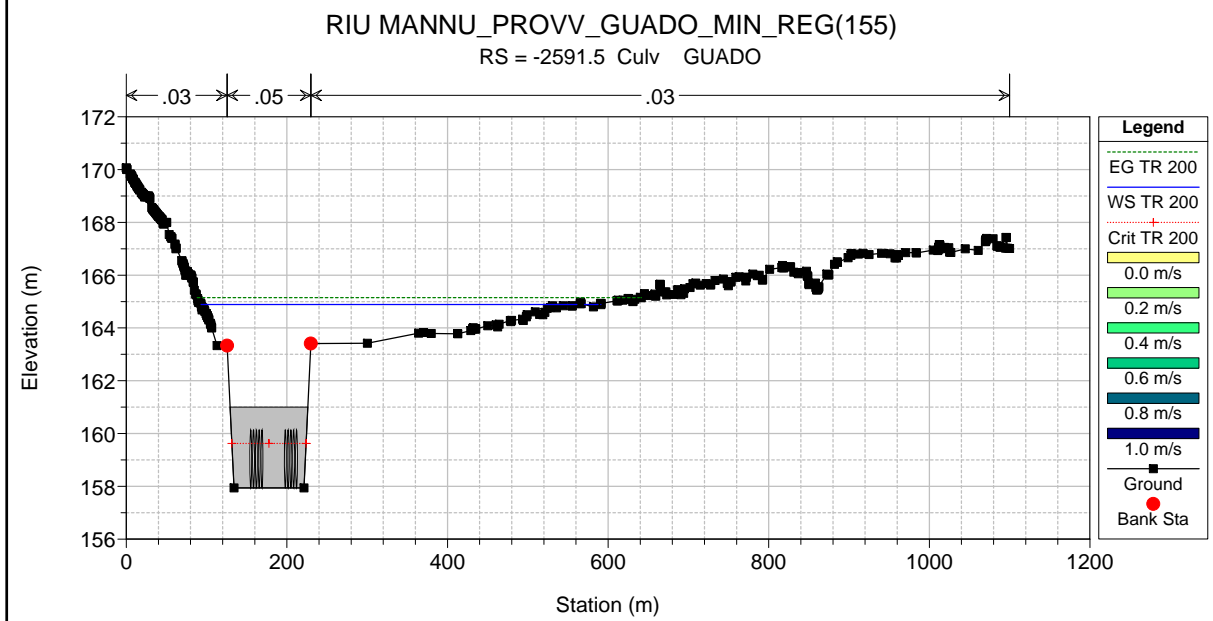
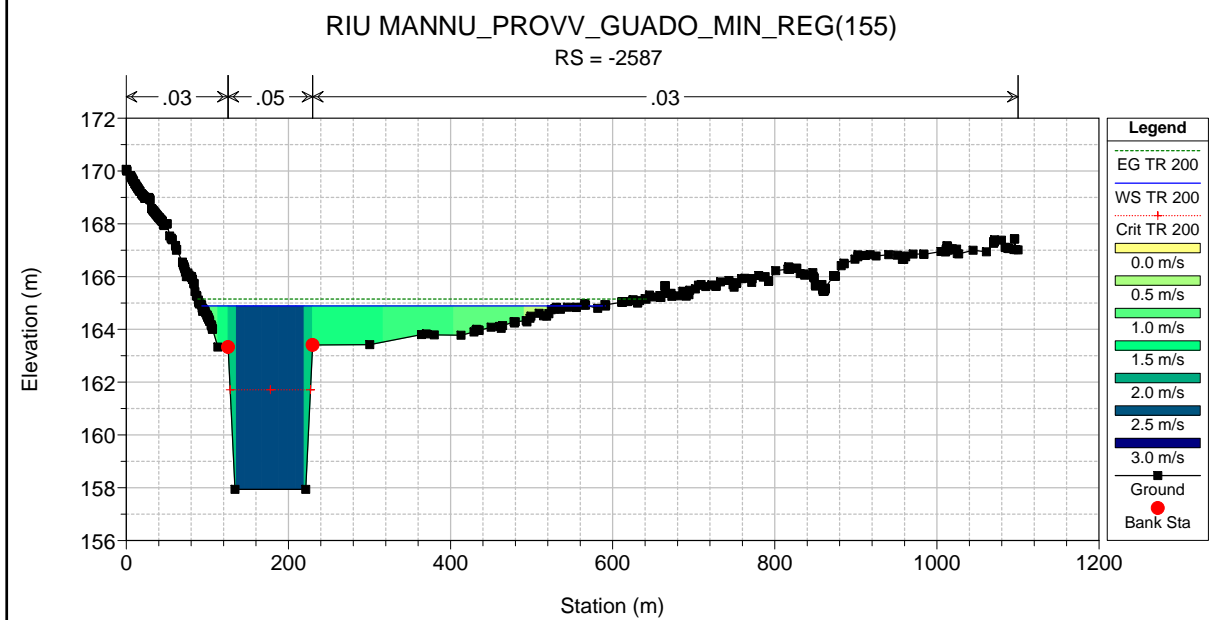
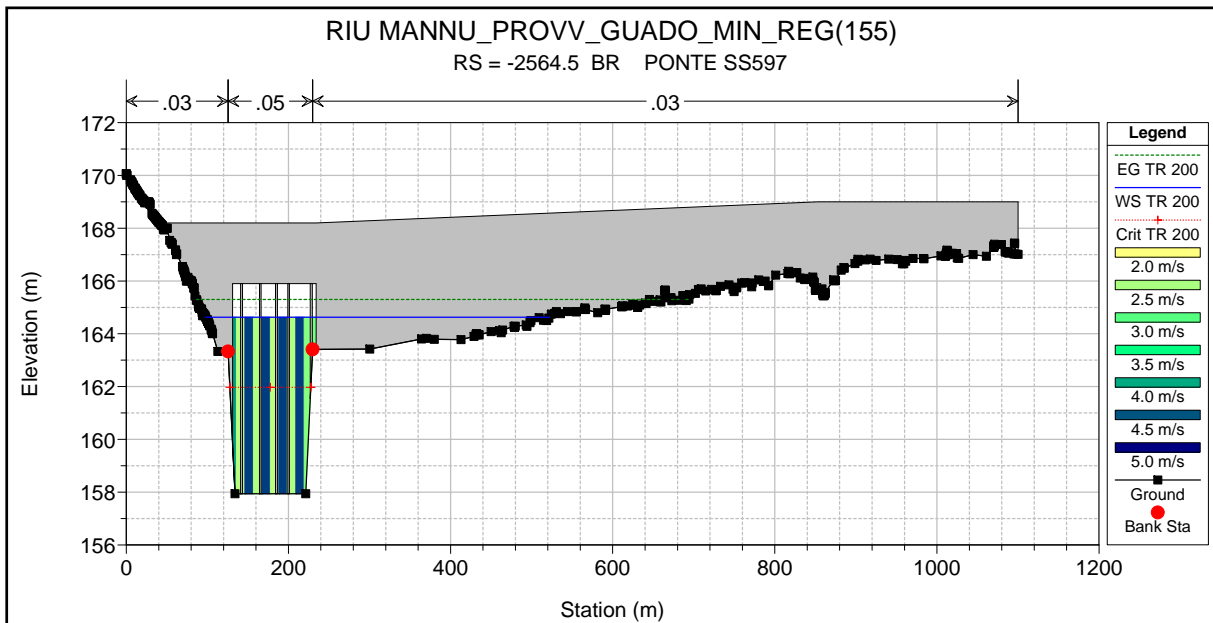


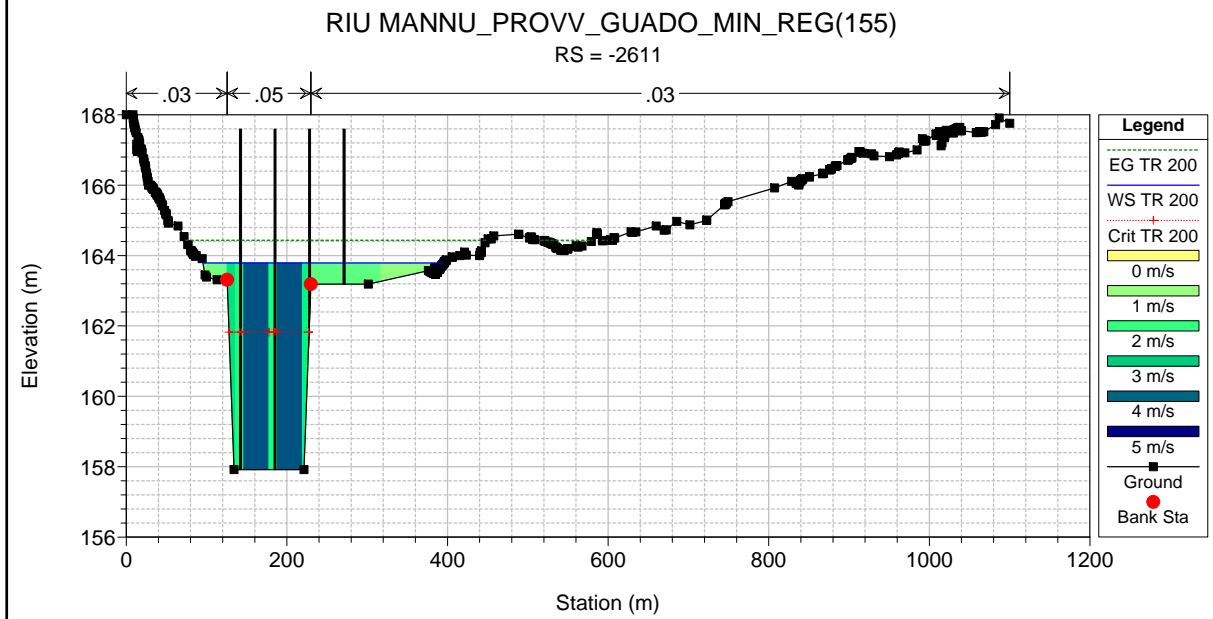
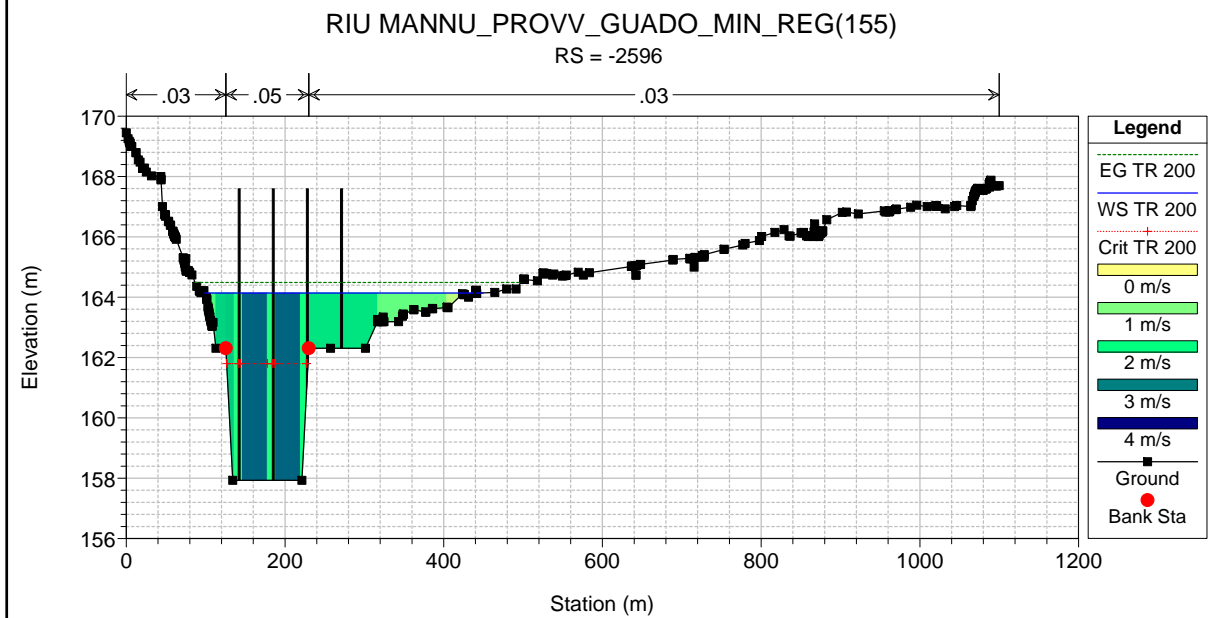
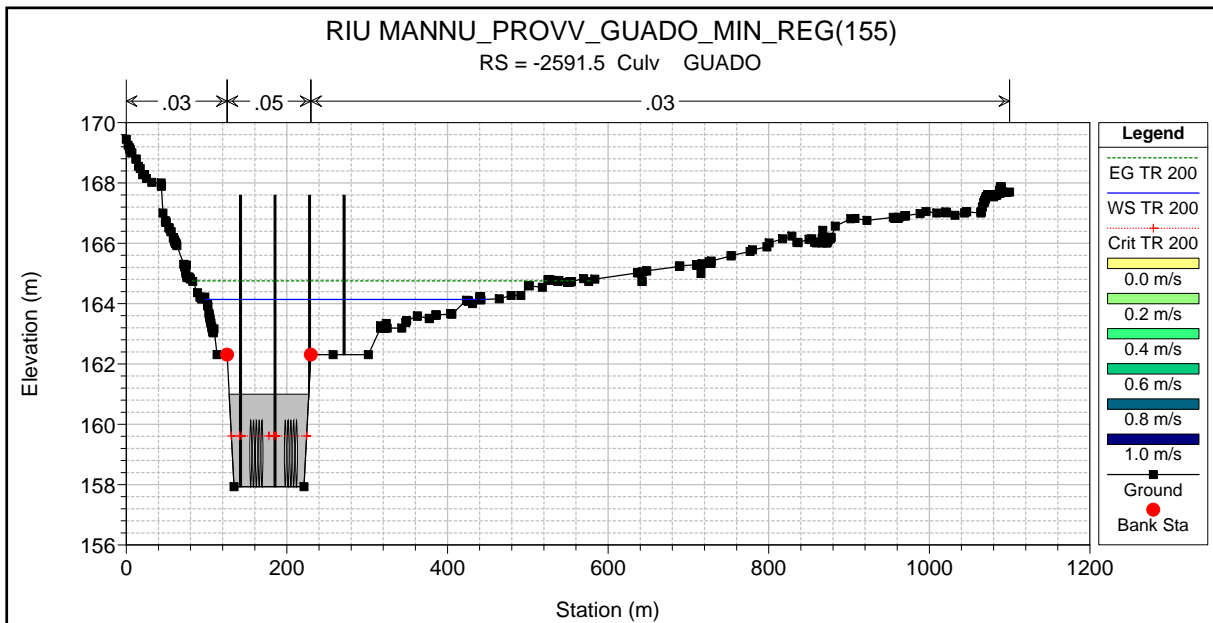


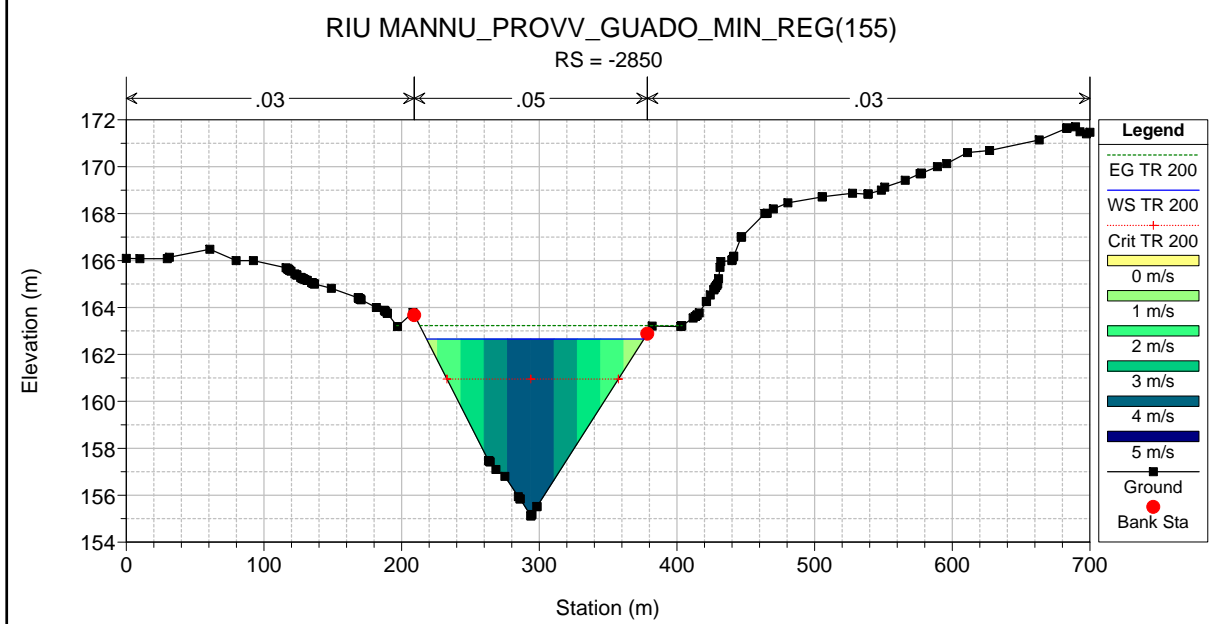
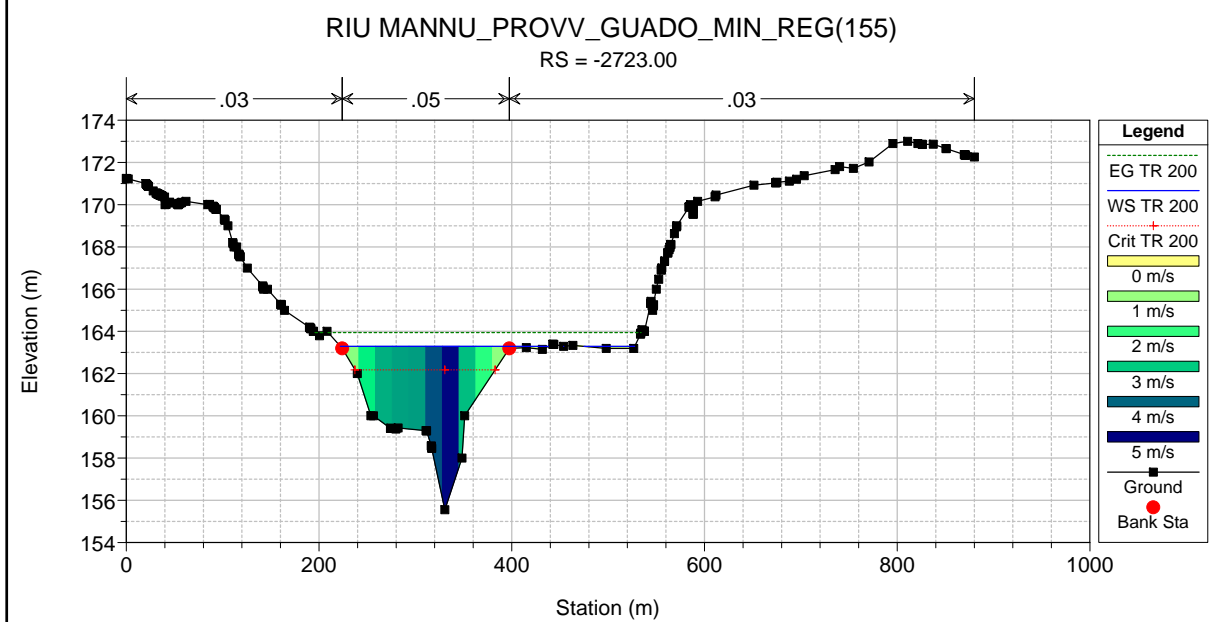
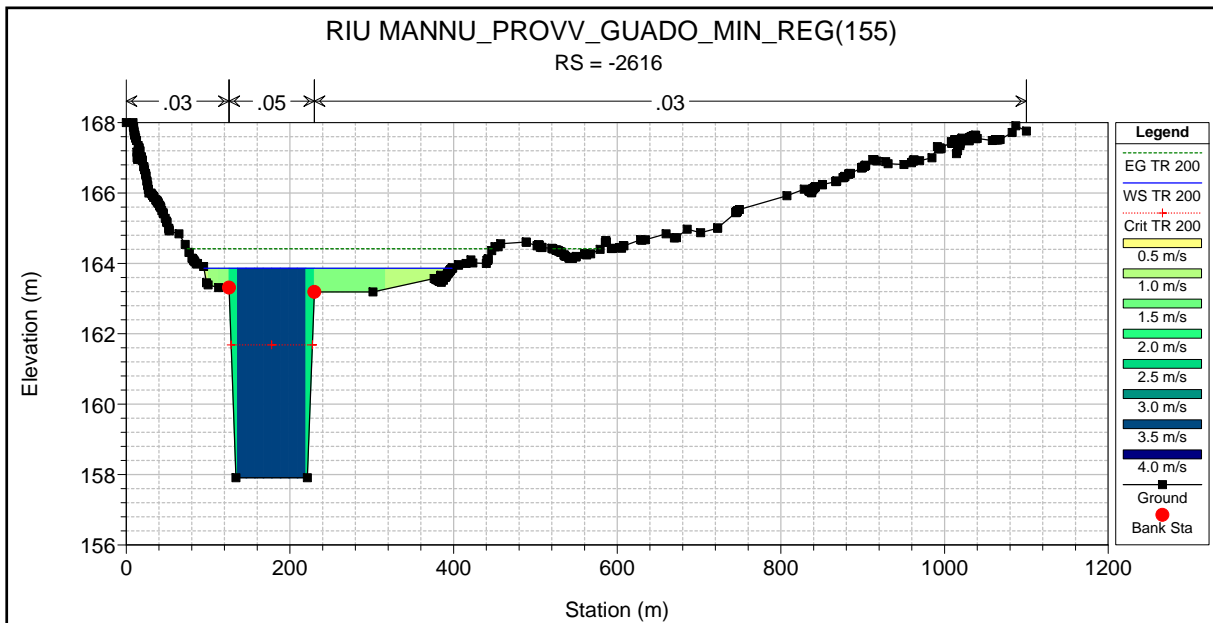


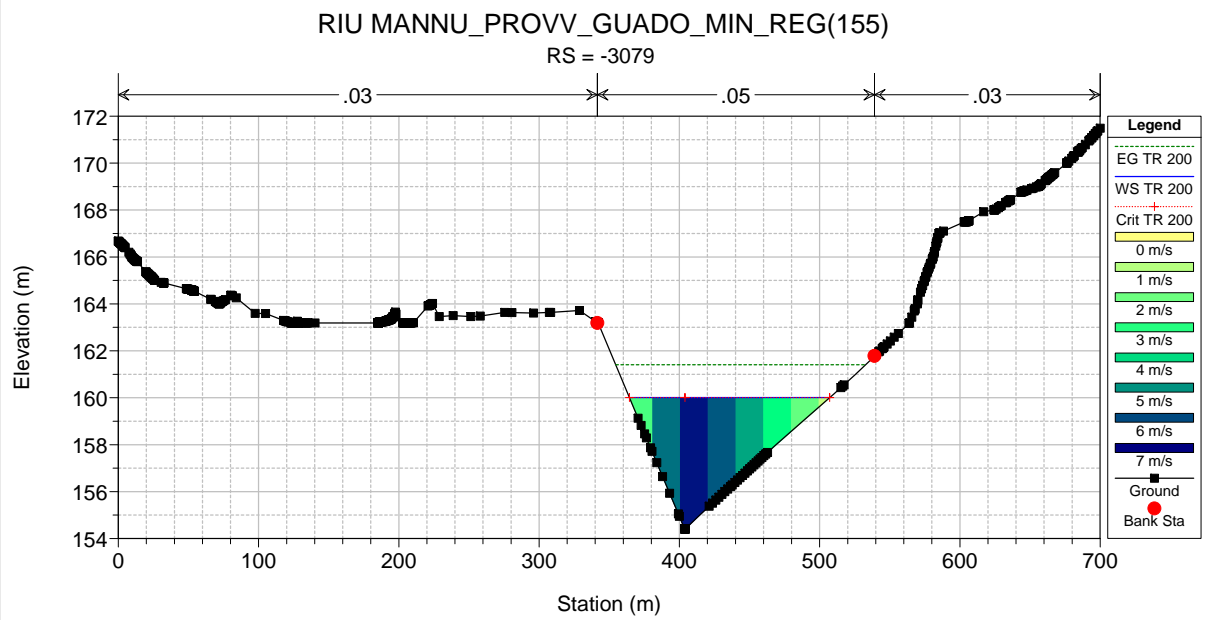
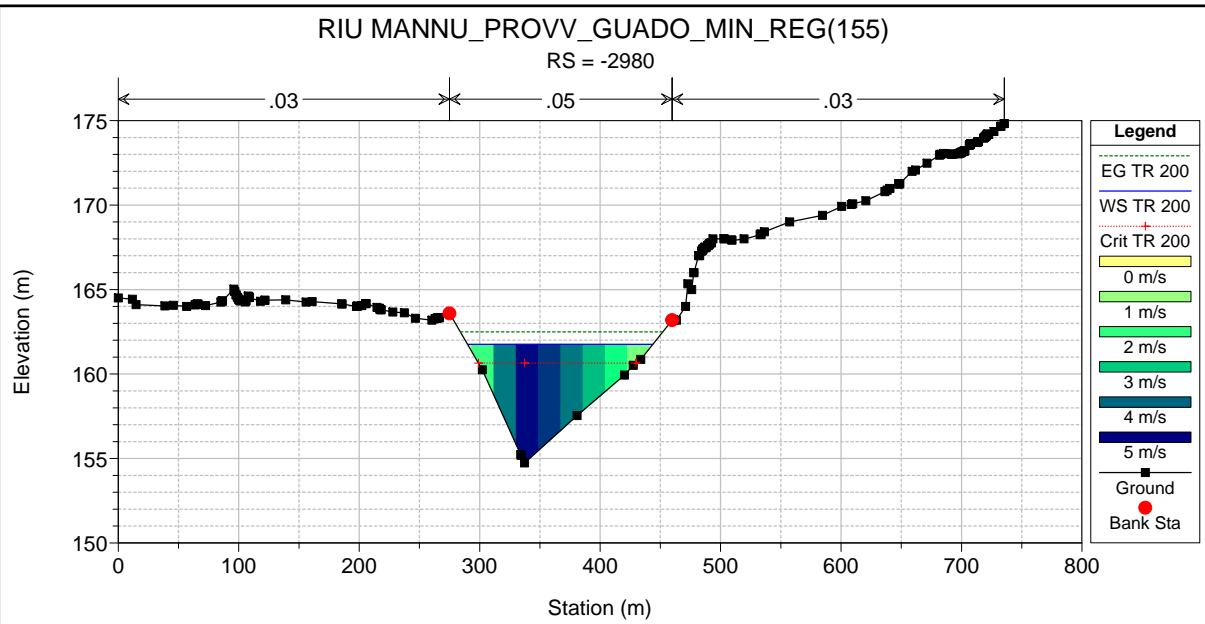












ALLEGATO 4.4

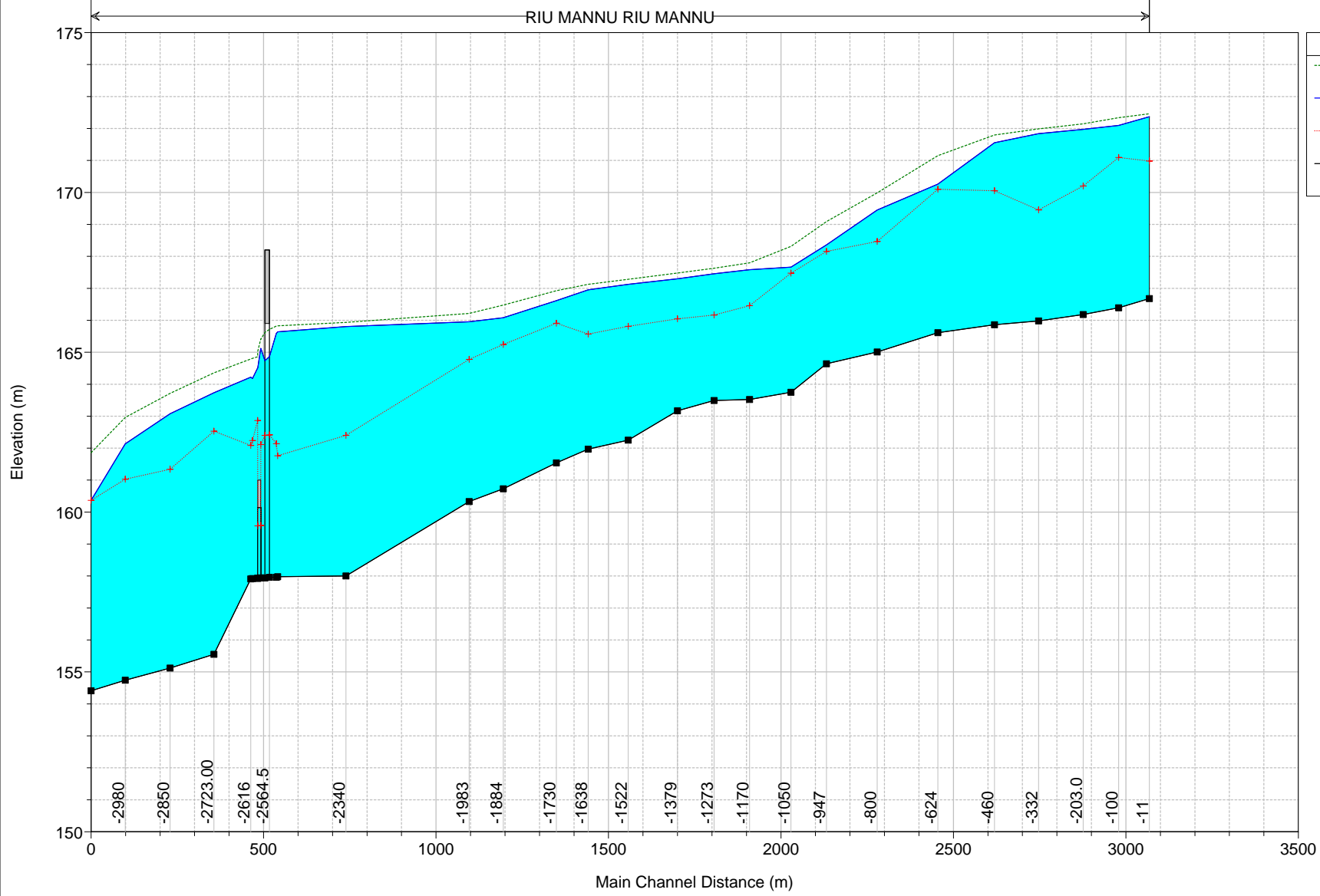
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PROVVISORIALE –
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: PROV_GUADO_(155) River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

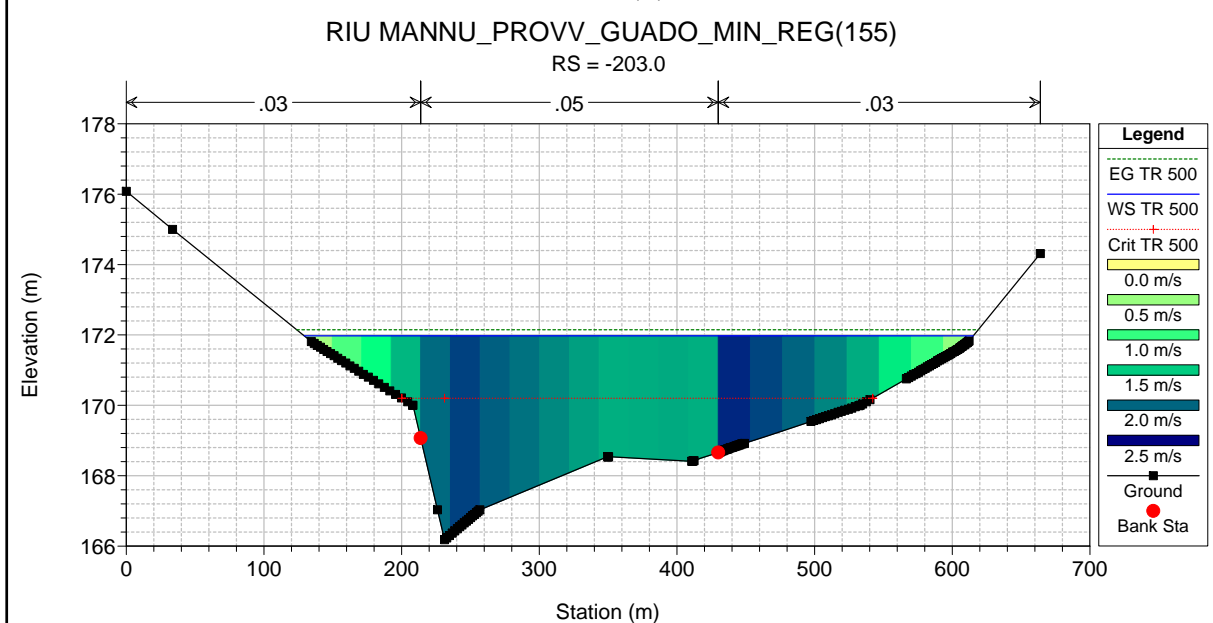
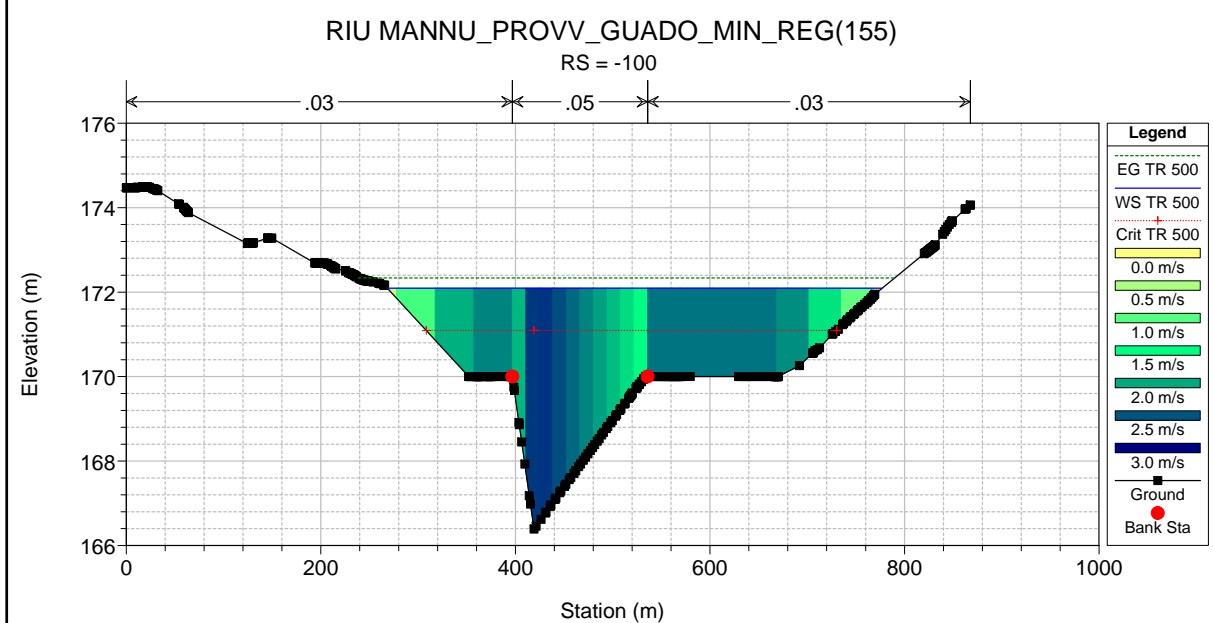
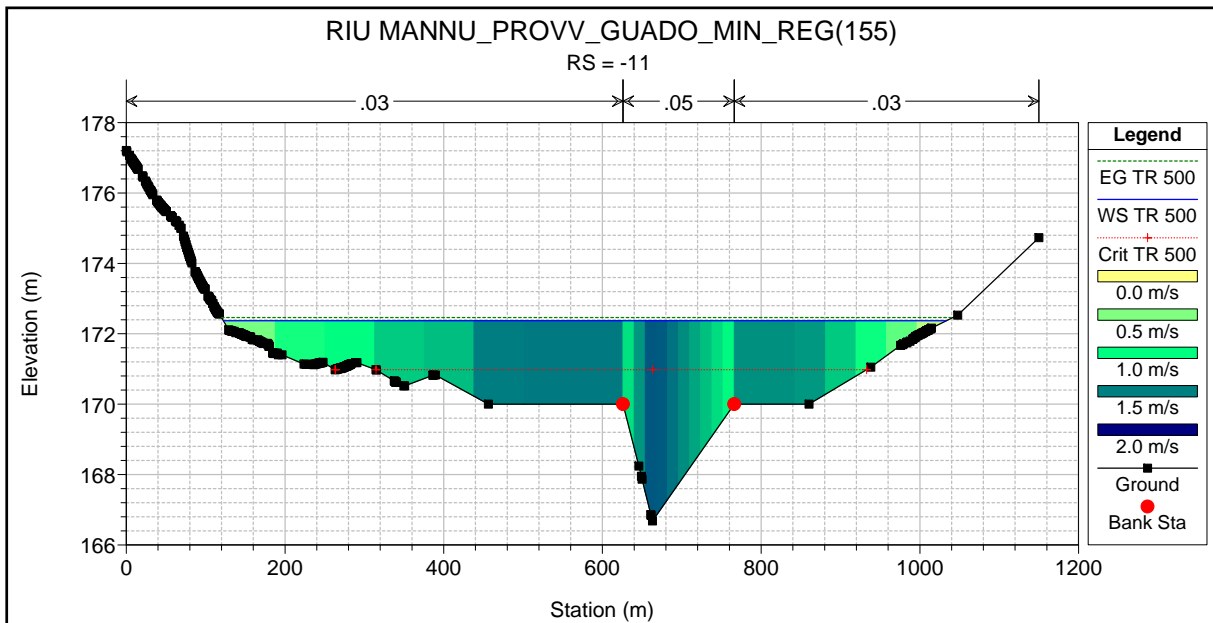
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.1	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	168.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.8	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.91	167.66	167.47	0.19	0.64	168.31	3.7	3.6	3.3	220.0	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.31	167.58	166.46	1.12	0.34	167.80	2.0	2.0	3.6	64.0	2.13
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.27	167.46	166.17	1.29	0.28	167.63	1.7	1.8	3.7	46.6	2.37
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.13	167.30	166.05	1.25	0.31	167.48	1.9	1.9	3.7	54.5	2.22
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.88	167.13	165.81	1.32	0.27	167.28	1.6	1.7	3.4	39.7	2.41
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.98	166.95	165.57	1.38	0.31	167.12	1.8	1.8	3.5	52.0	2.53
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.08	166.82	165.91	0.71	0.42	166.93	2.5	2.5	3.7	100.7	2.22
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.35	166.08	165.24	0.84	0.43	166.48	2.7	2.8	4.0	111.9	2.61
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.62	165.95	164.78	1.17	0.34	166.21	2.2	2.2	4.1	73.0	2.54
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.81	165.81	162.40	3.41	0.16	165.94	1.3	1.6	6.8	23.5	4.46
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	157.98	7.66	165.64	161.76	3.88	0.25	165.83	2.1	1.6	7.1	58.8	1.89
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	157.96	7.63	165.59	162.14	3.45	0.28	165.82	2.4	1.8	7.0	73.4	1.75
RIU MANNU	-2564.5	Bridge													
RIU MANNU	-2587	TR 500	2431.0	157.94	7.18	165.12	162.11	3.01	0.33	165.41	2.6	2.1	6.5	91.6	2.10
RIU MANNU	-2591.5	Culvert													
RIU MANNU	-2596	TR 500	2431.0	157.93	6.58	164.51	162.87	1.64	0.36	164.86	2.8	2.5	4.6	118.6	2.40
RIU MANNU	-2611	TR 500	2431.0	157.92	6.26	164.18	162.24	1.94	0.49	164.81	3.7	3.3	4.4	204.6	2.05
RIU MANNU	-2616	TR 500	2431.0	157.91	6.31	164.22	162.08	2.14	0.46	164.79	3.5	3.0	5.7	168.9	2.10
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	8.18	163.73	162.53	1.20	0.59	164.36	3.6	3.4	3.7	200.2	2.27
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	7.96	163.08	161.34	1.74	0.55	163.72	3.5	3.5	4.2	190.9	4.13
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	7.39	162.13	161.03	1.10	0.66	162.96	4.0	4.0	3.7	256.3	3.75
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	5.96	160.37	160.37	0.00	1.00	161.86	5.4	5.4	2.9	499.8	2.96

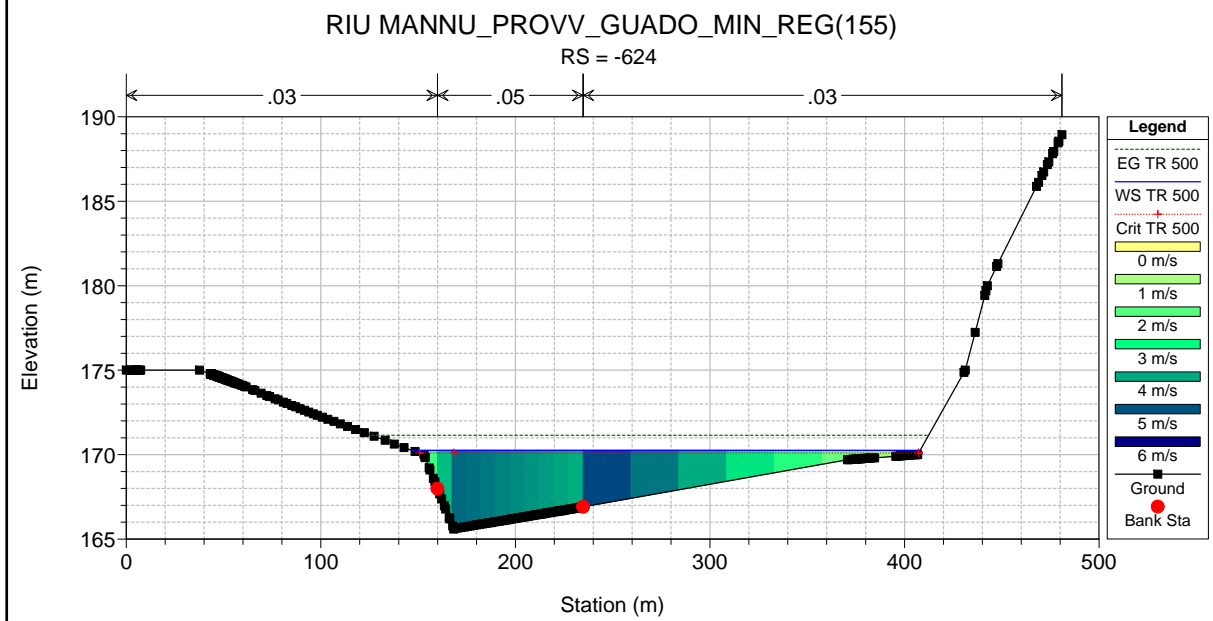
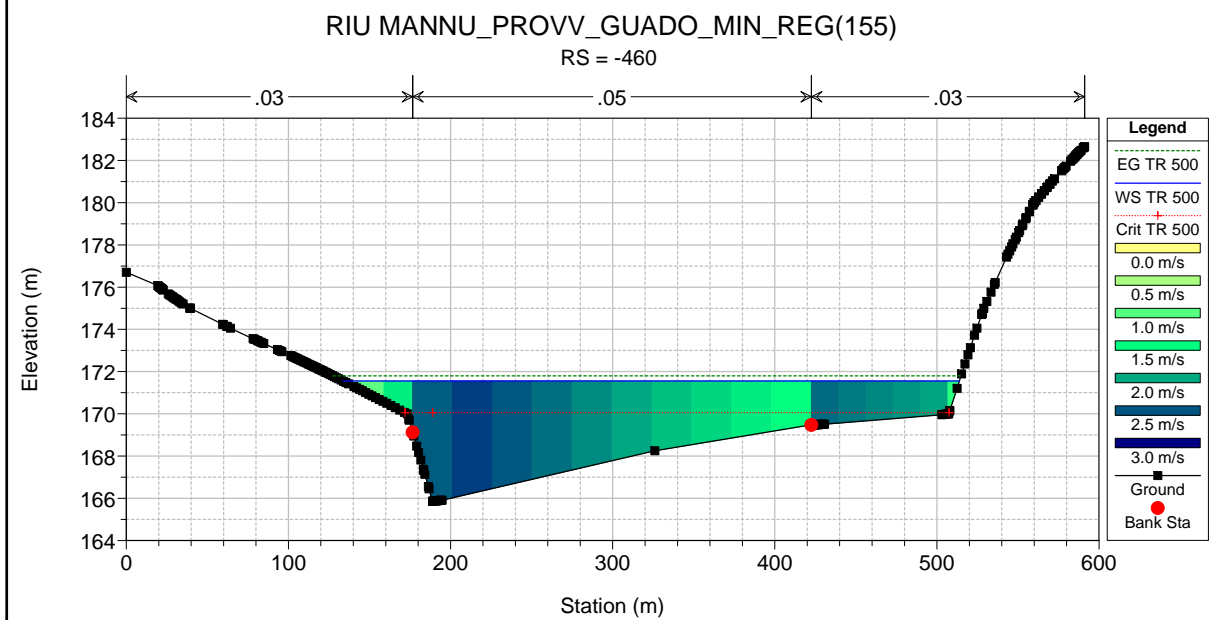
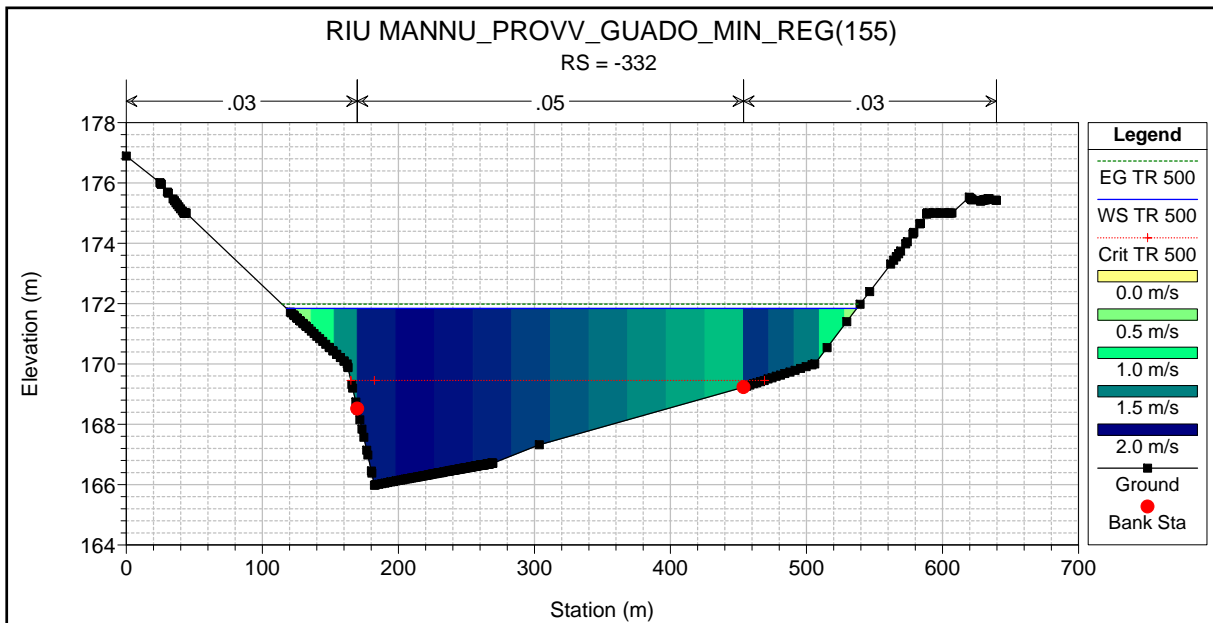
RIU MANNU_PROVV_GUADO_MIN_REG(155)

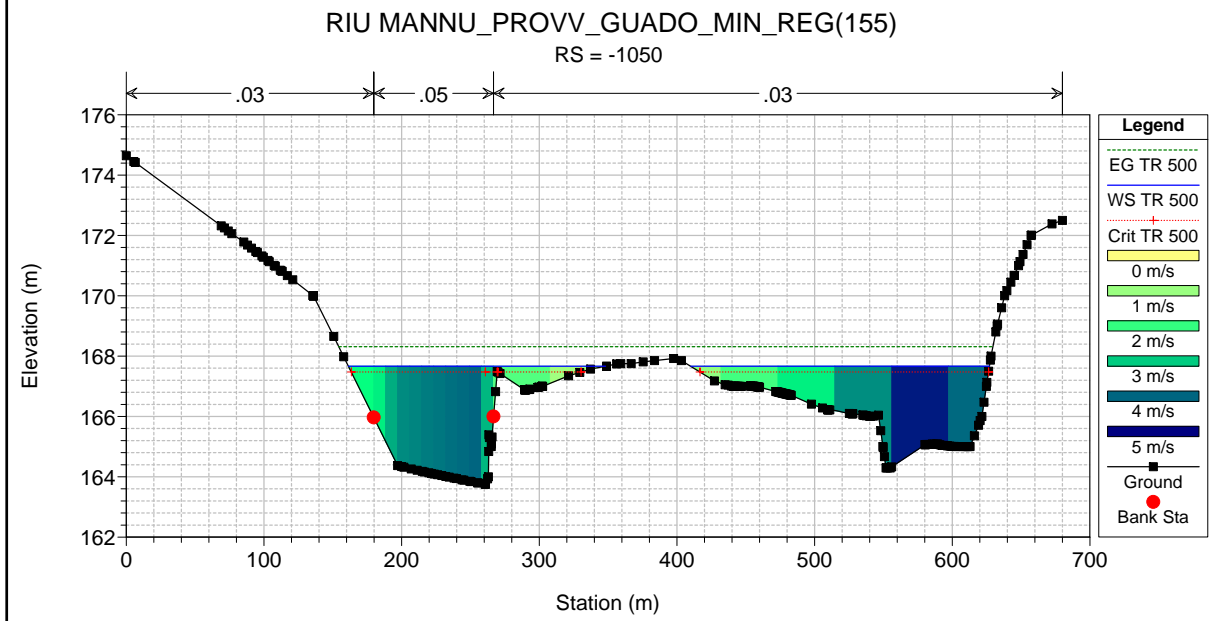
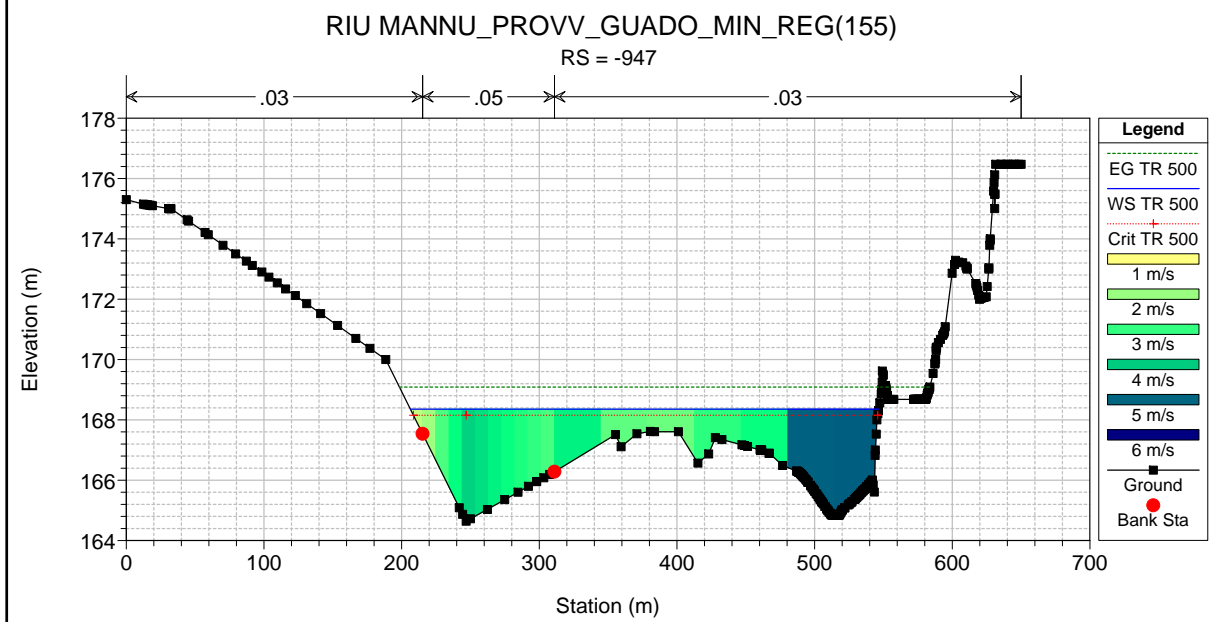
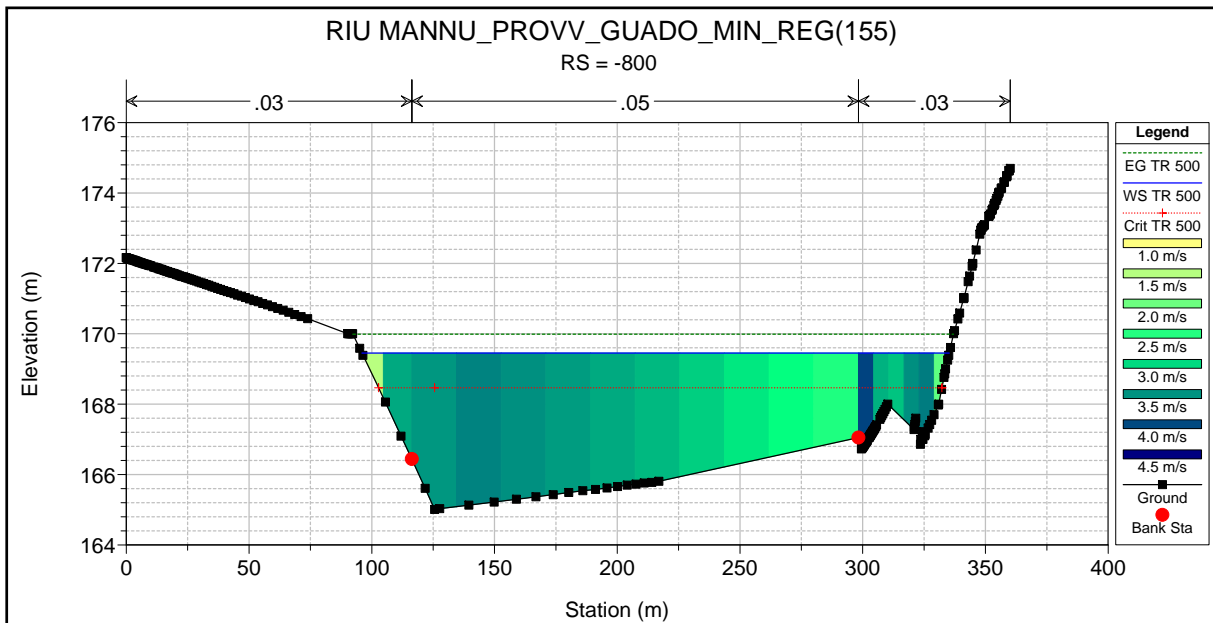
RIU MANNU RIU MANNU

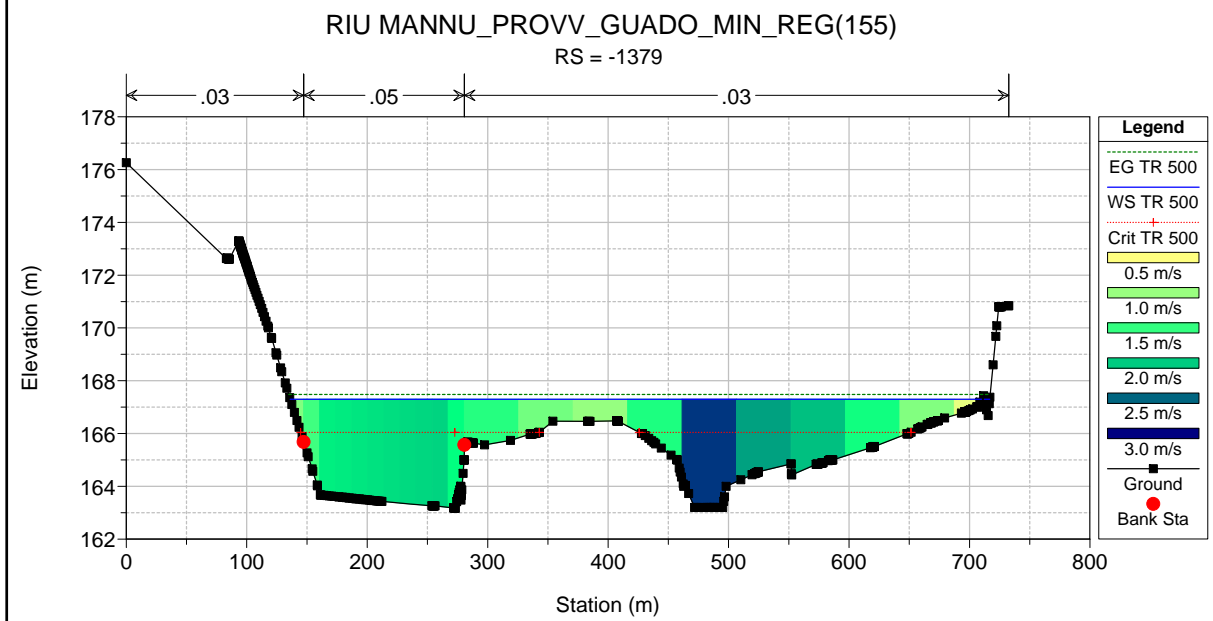
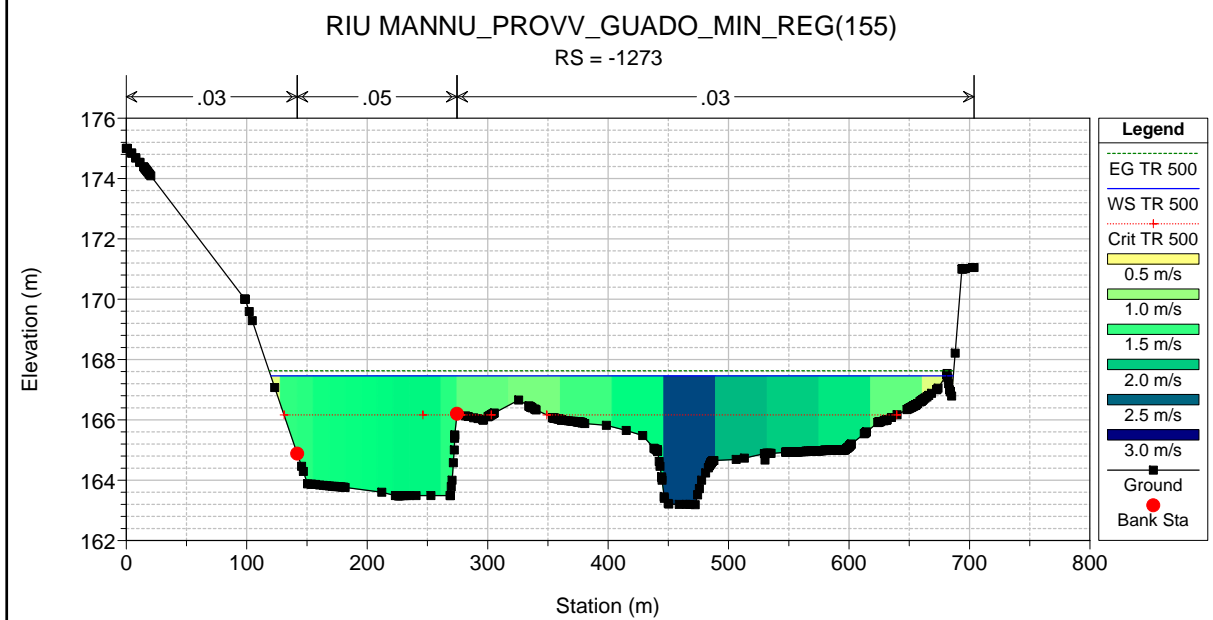
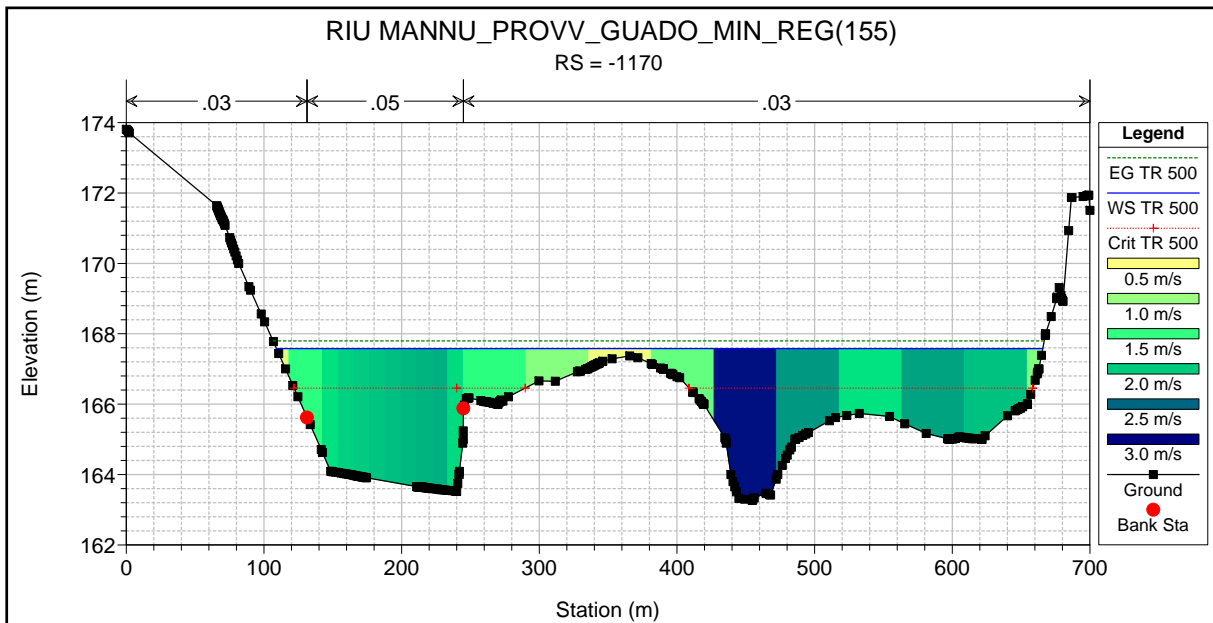


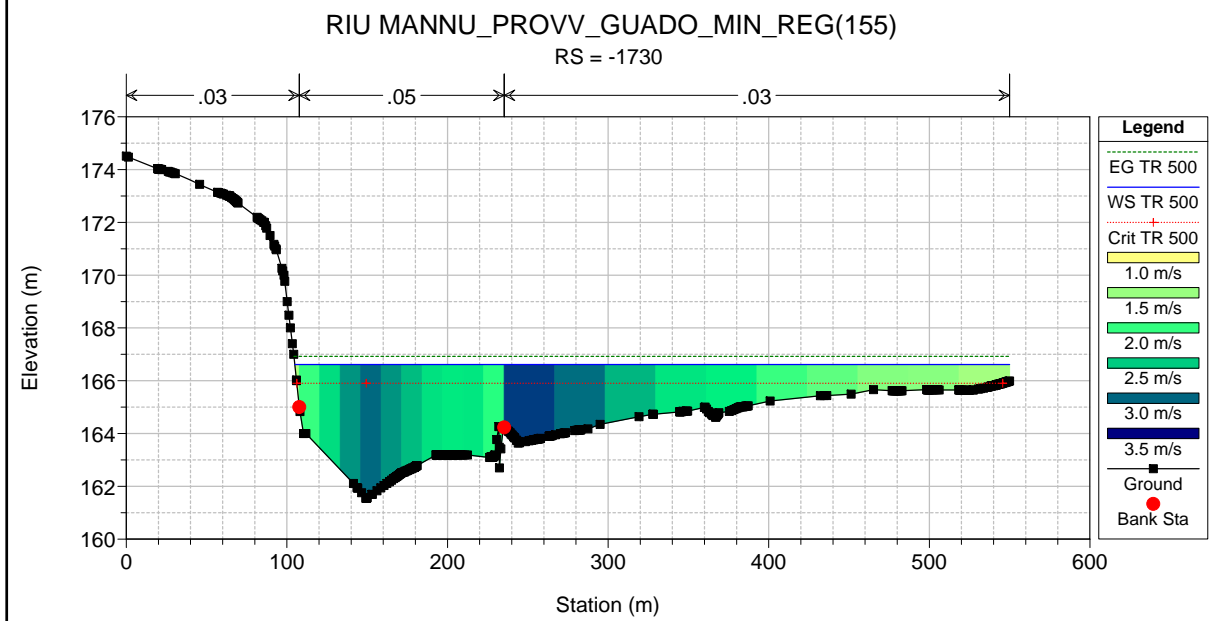
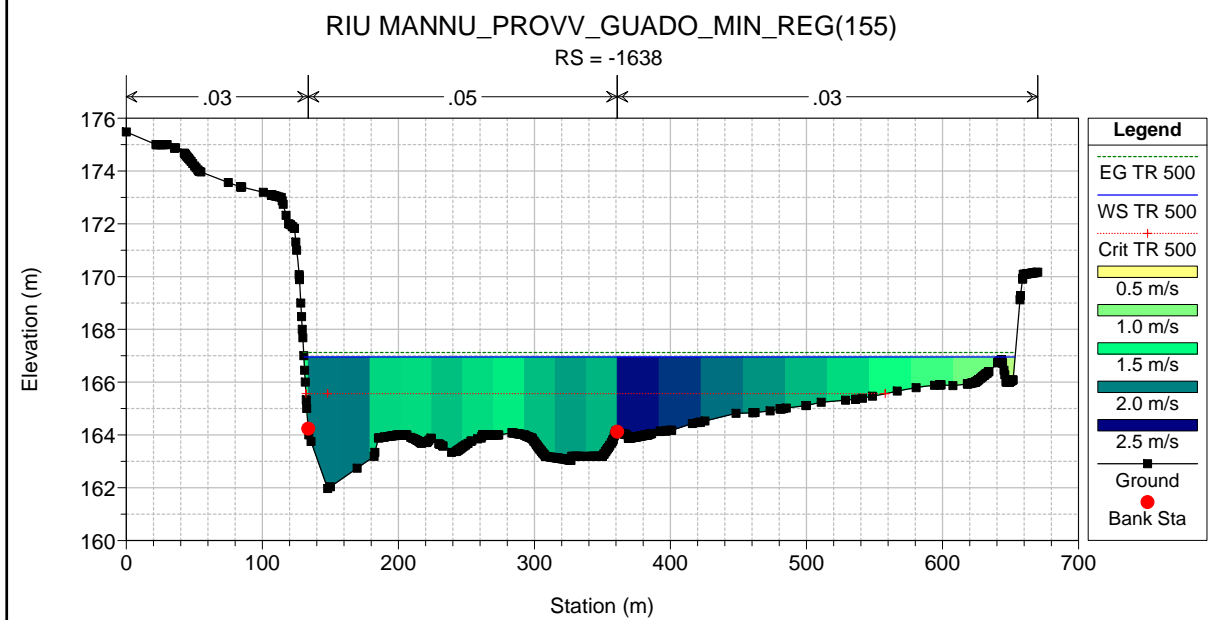
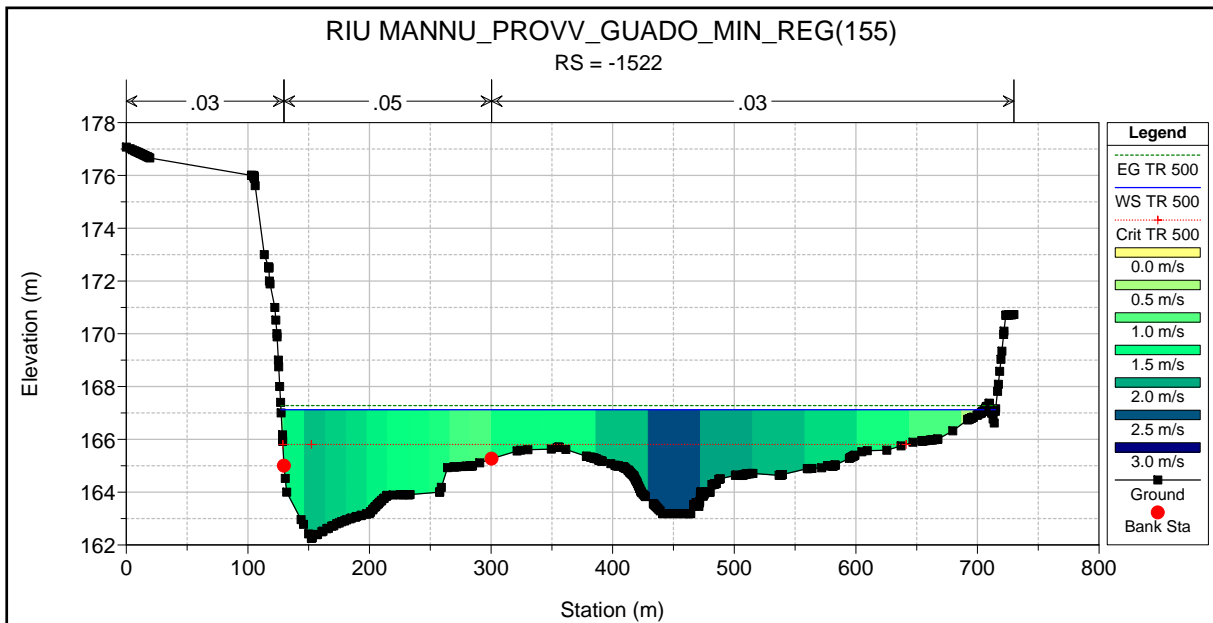
Legend	
EG TR 500	(Dashed green line)
WS TR 500	(Solid blue line)
Crit TR 500	(Red dotted line with '+' markers)
Ground	(Black line with square markers)

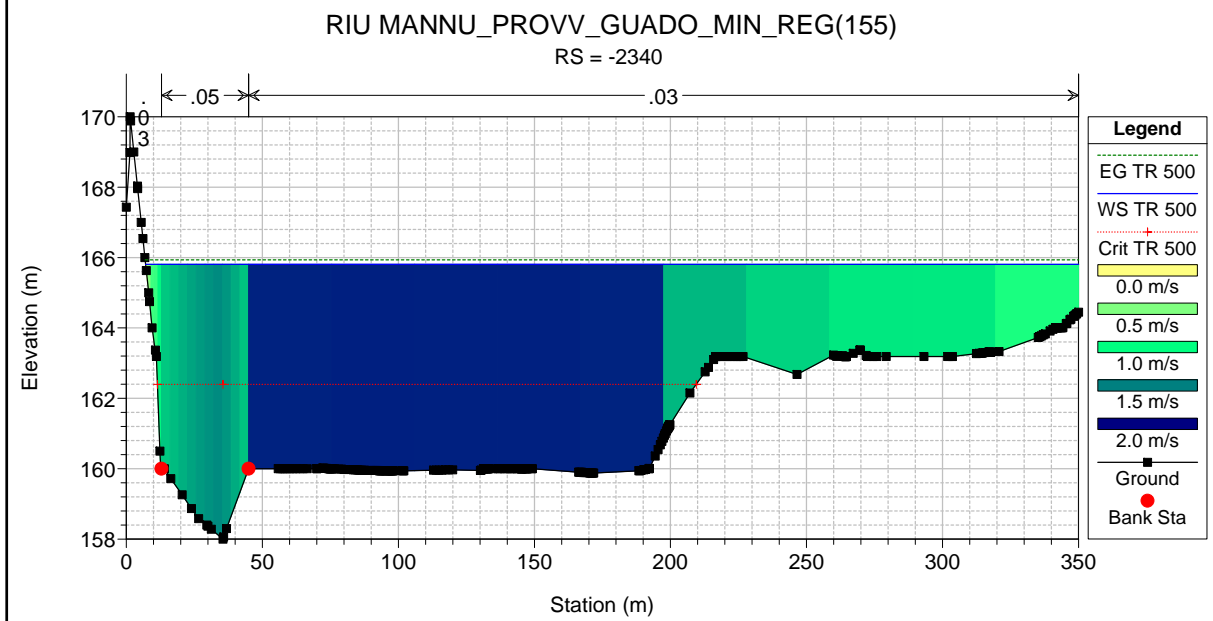
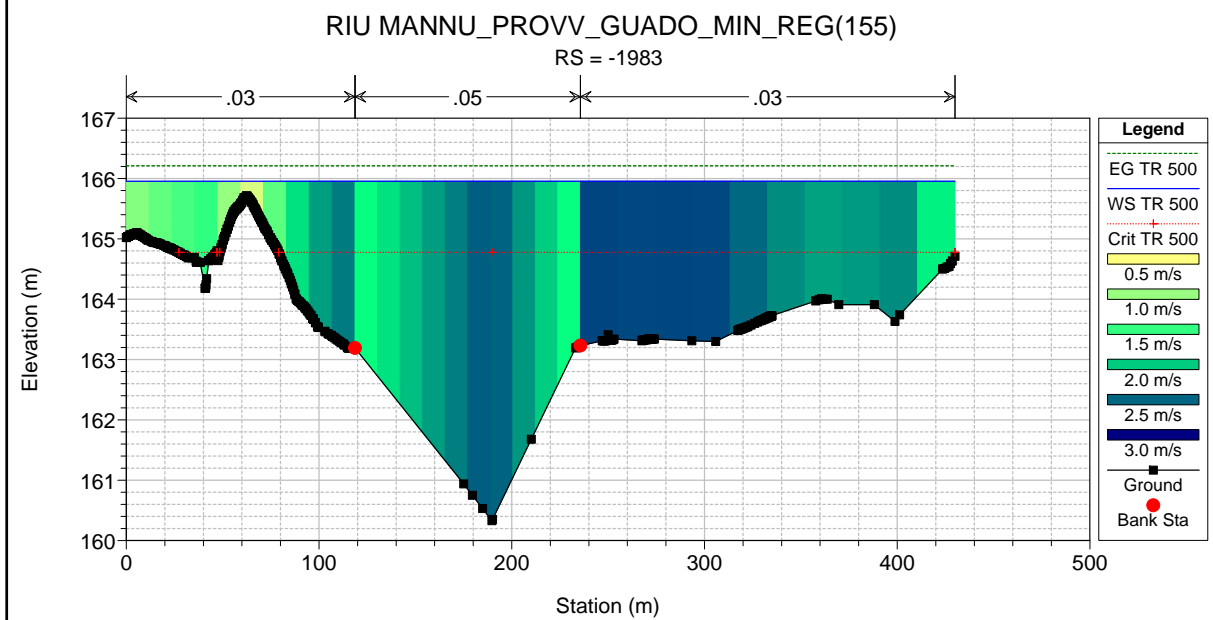
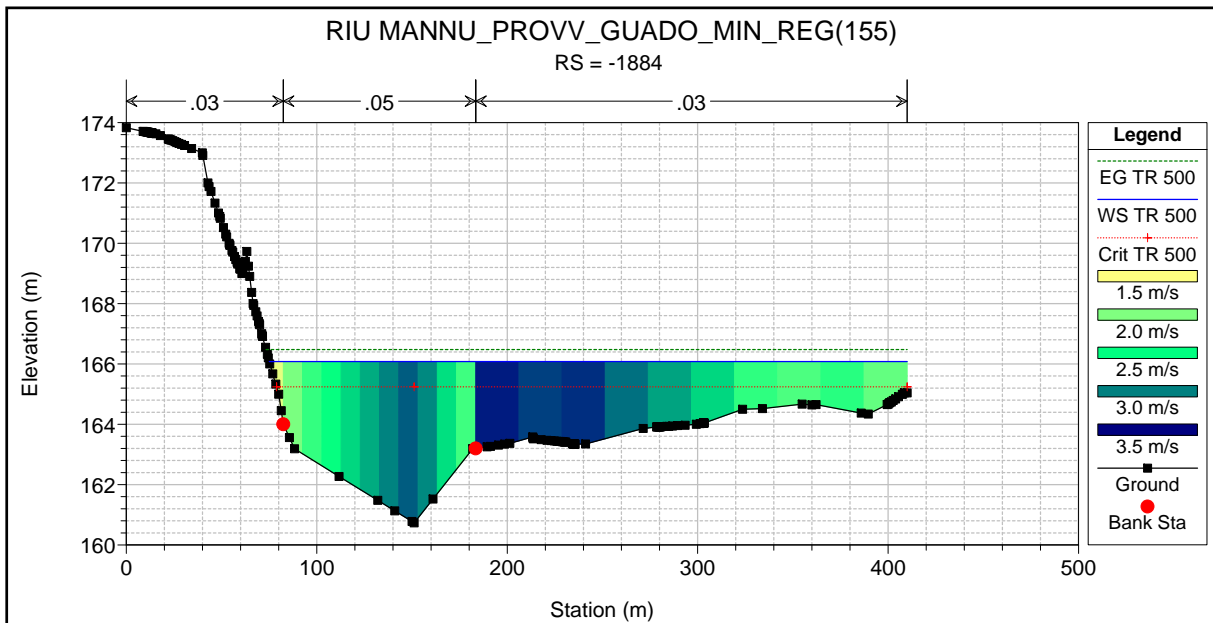


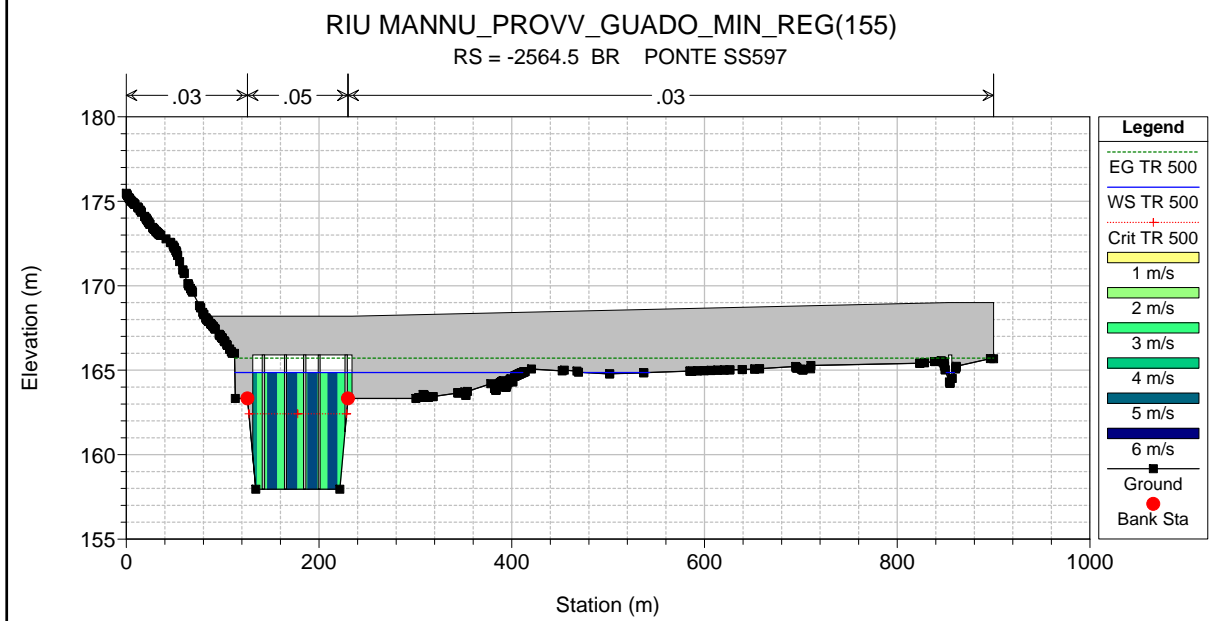
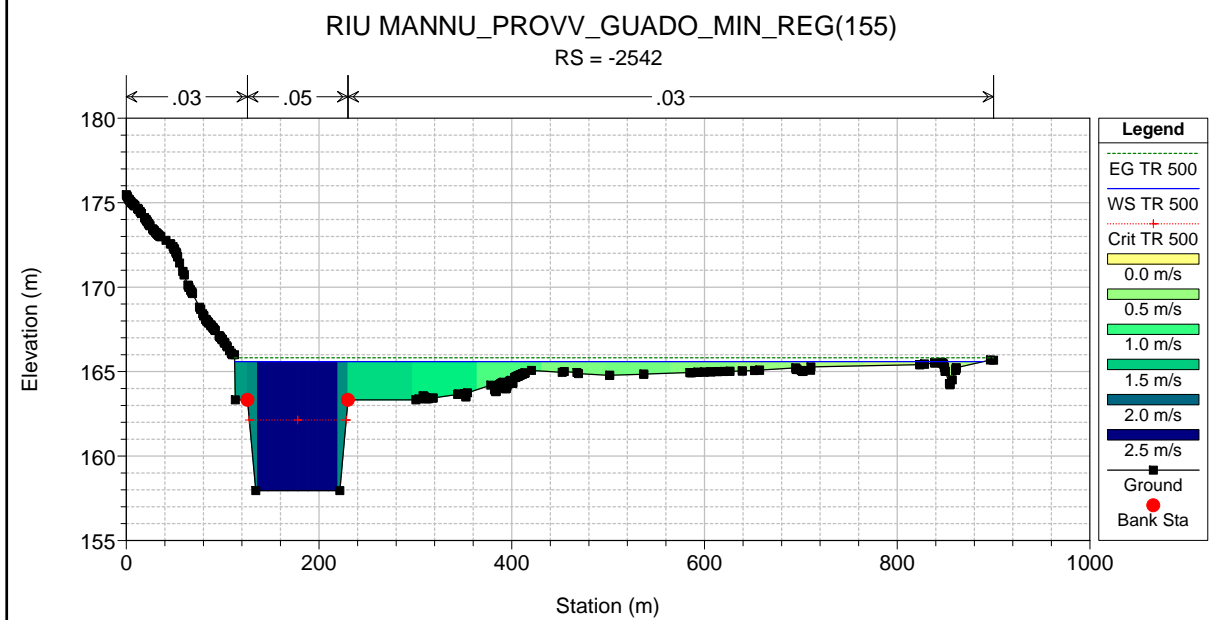
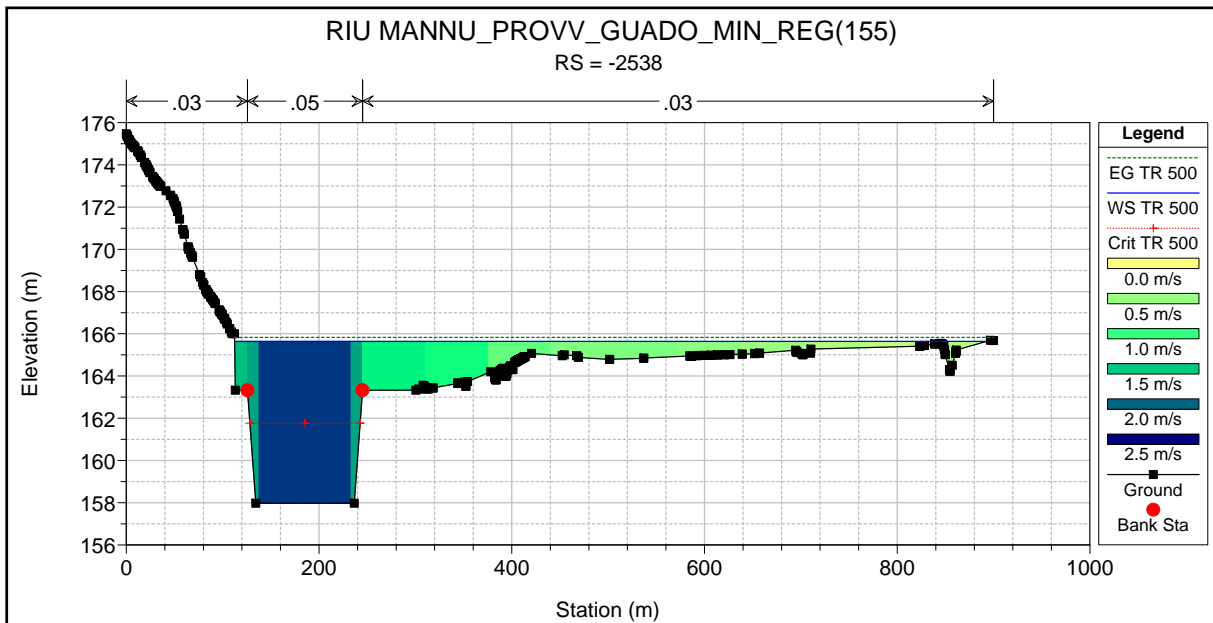


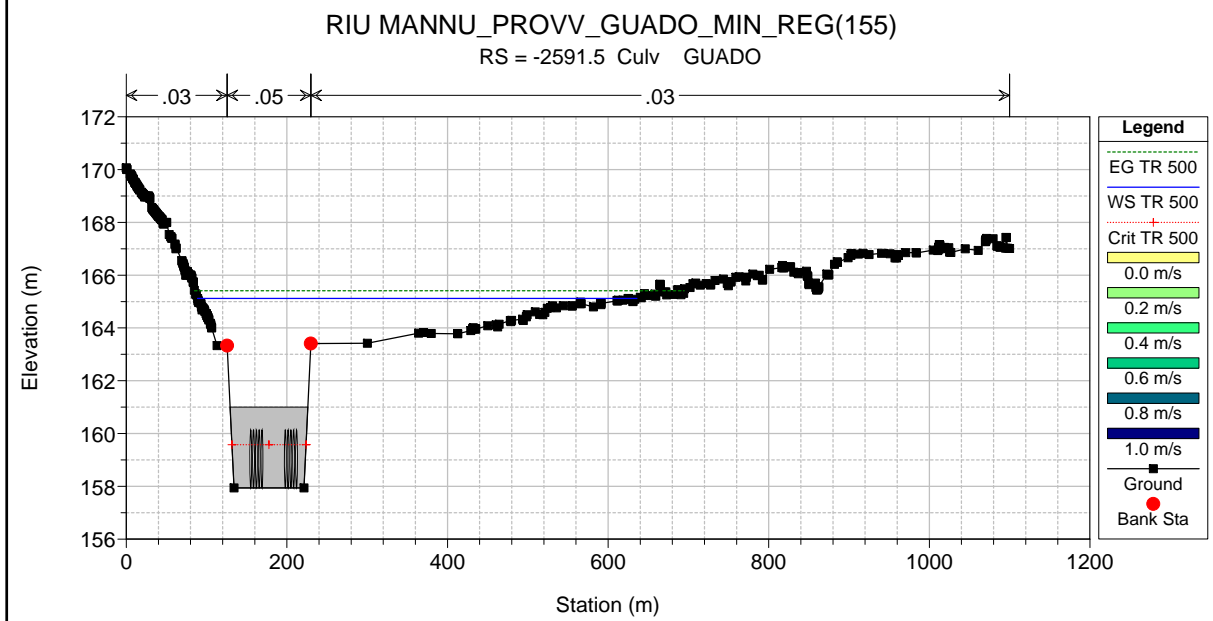
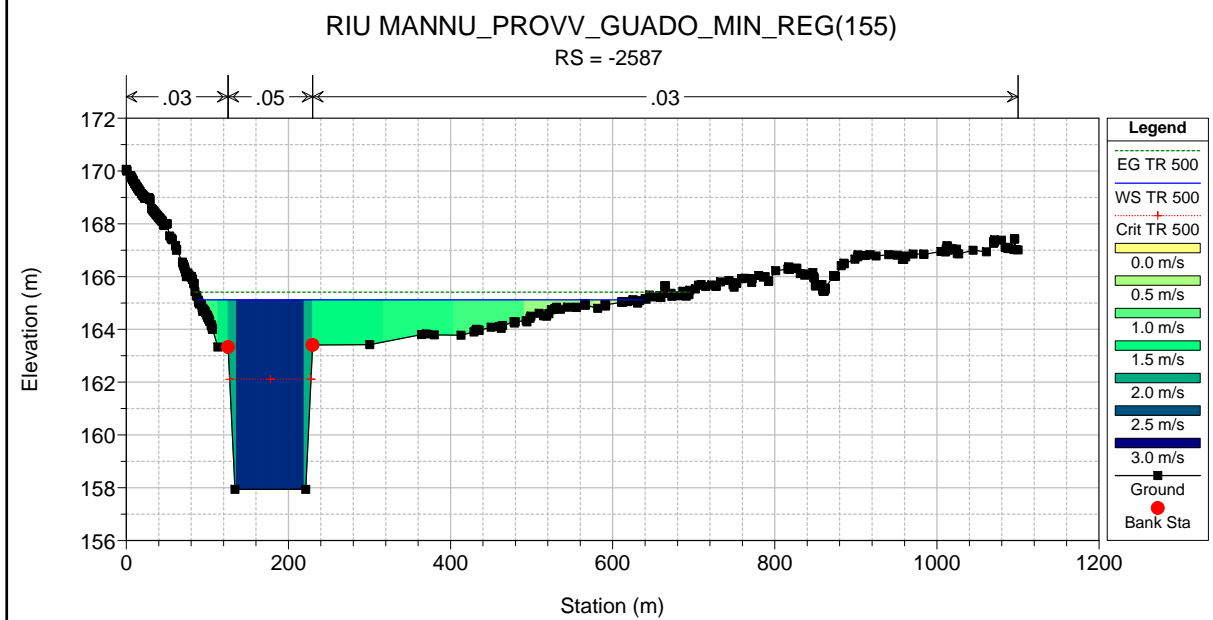
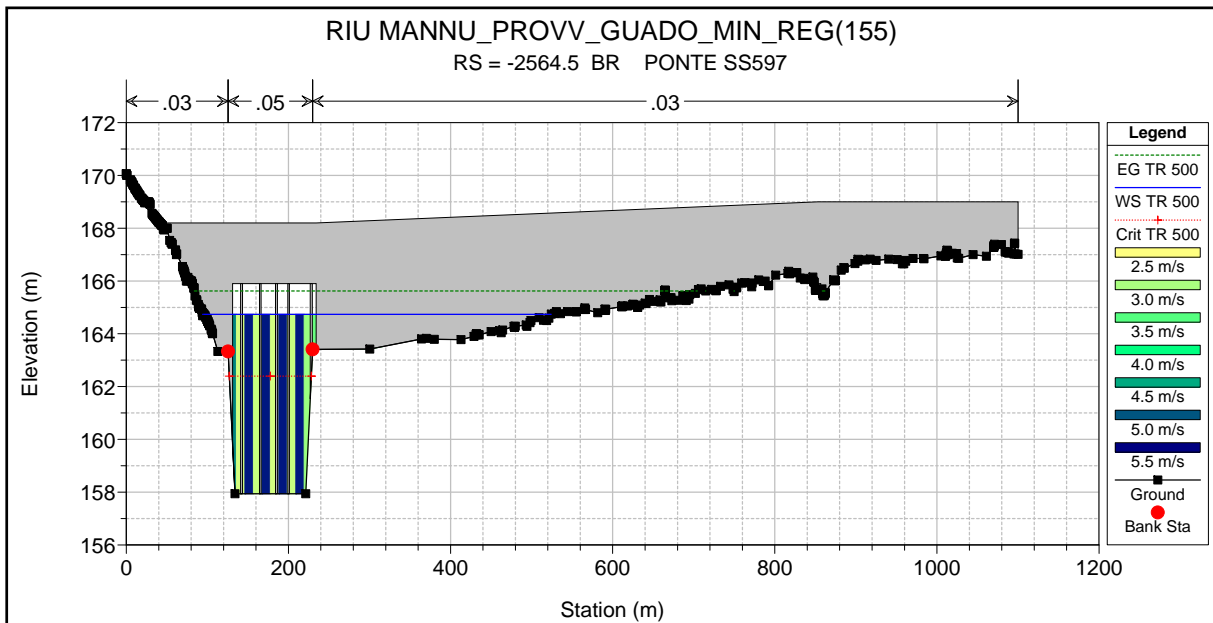


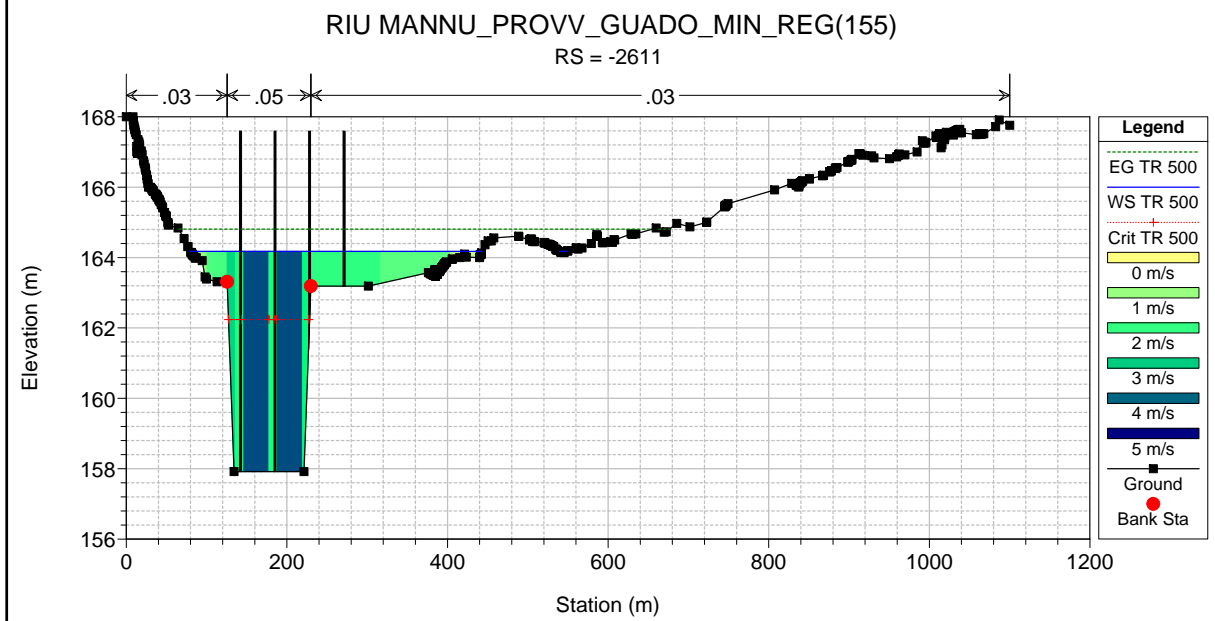
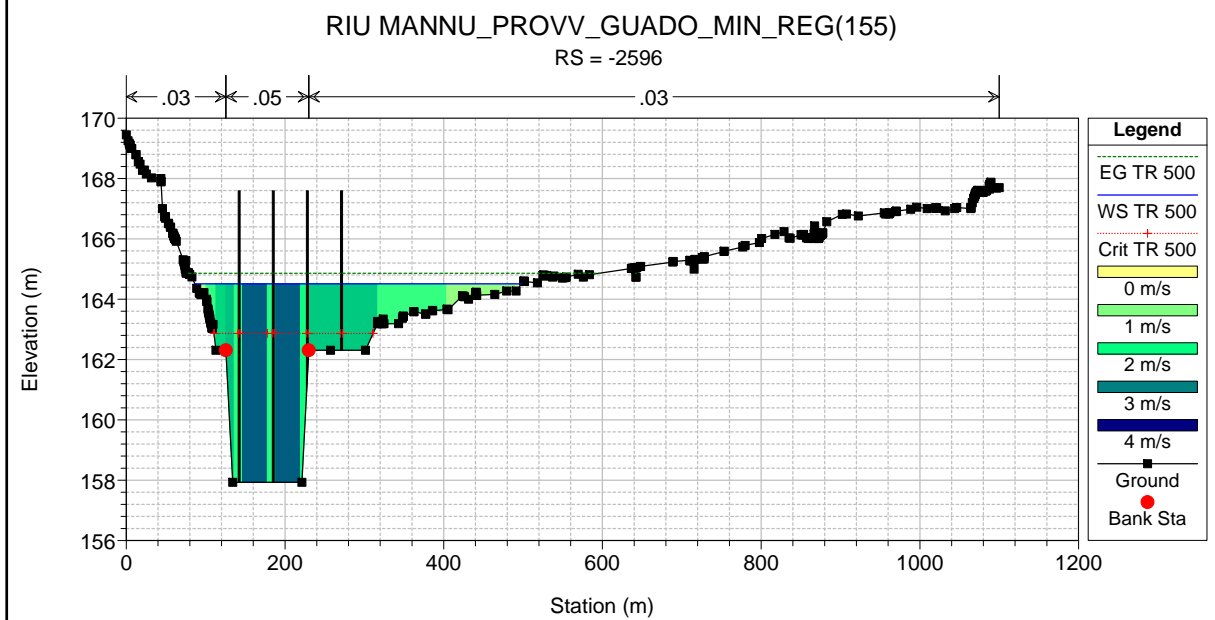
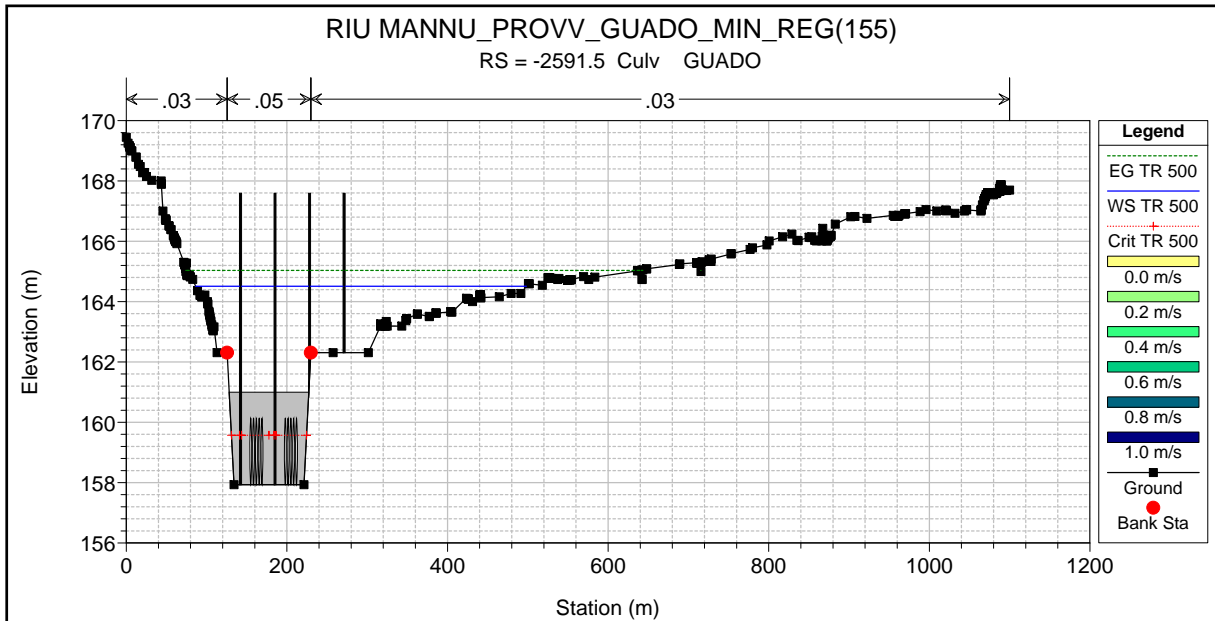


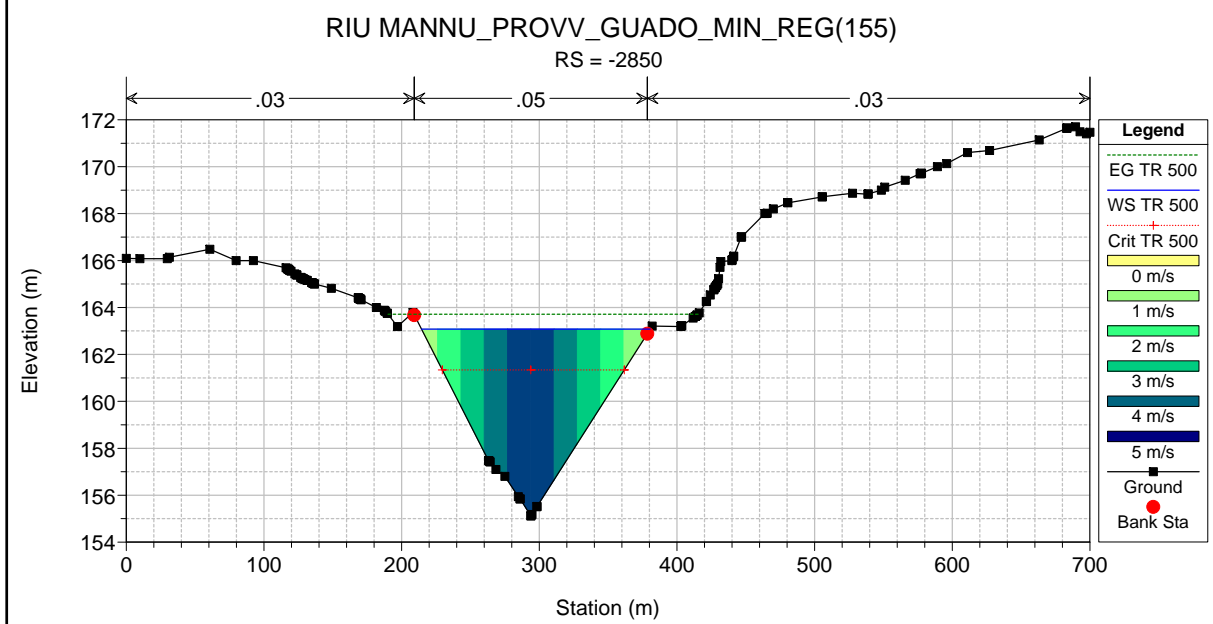
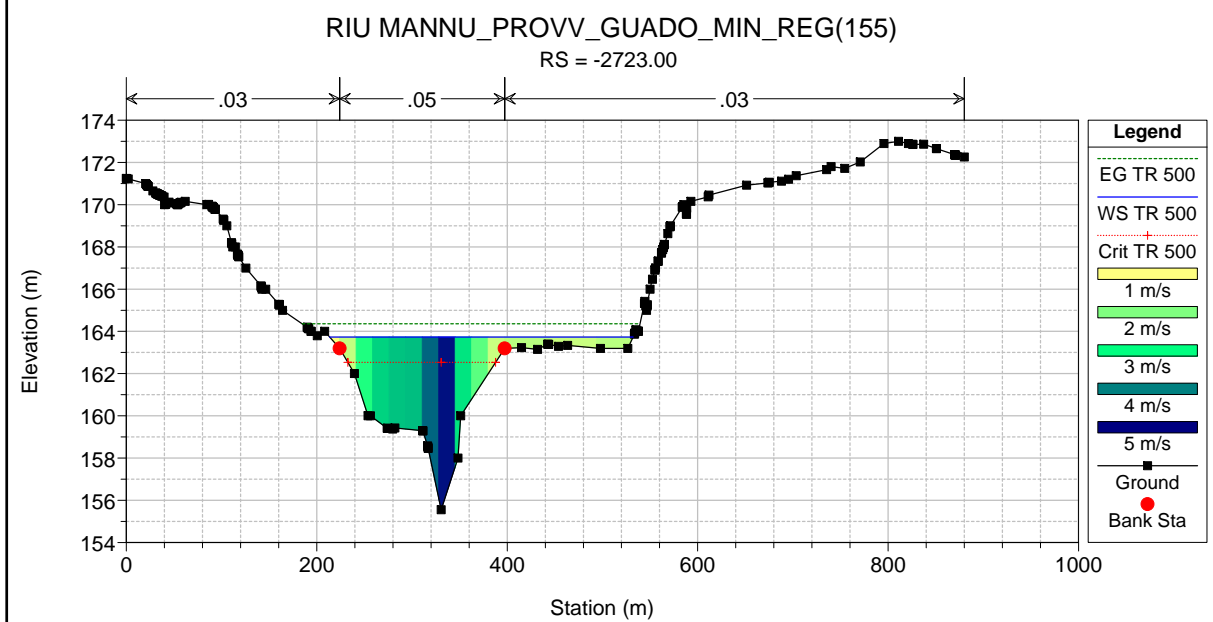
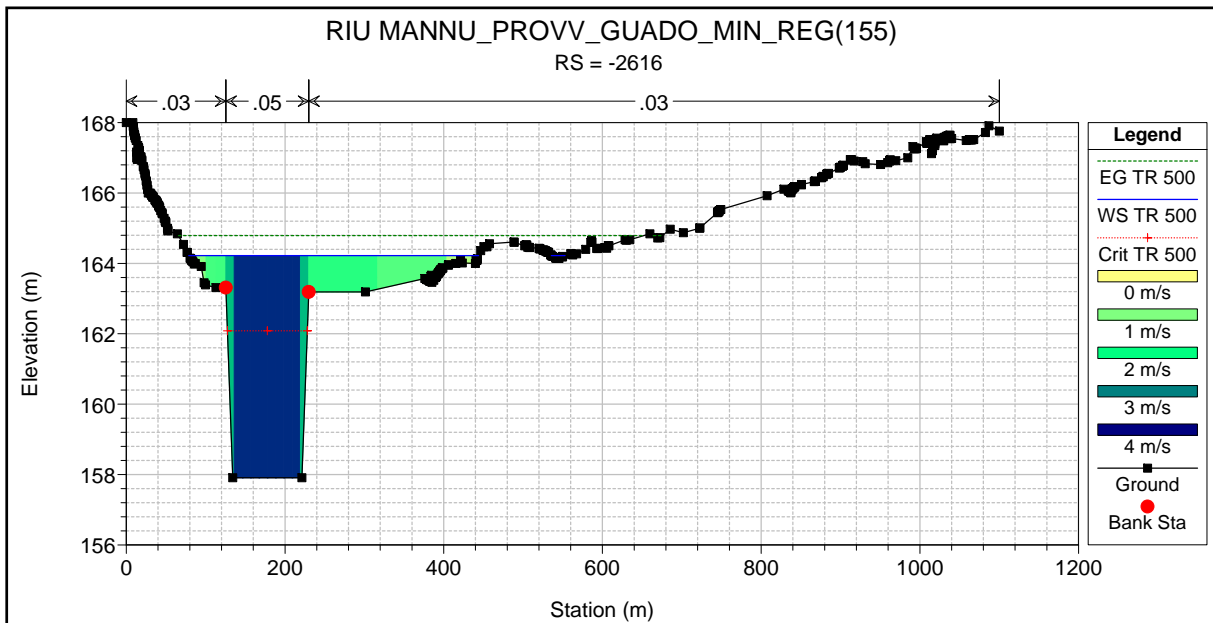


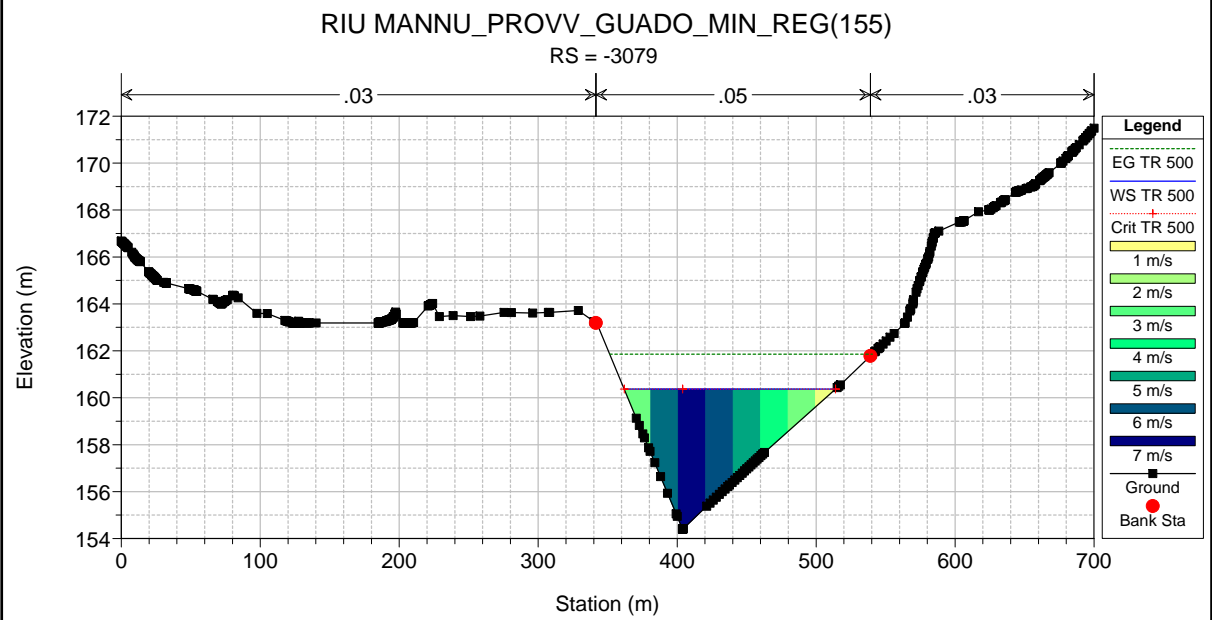
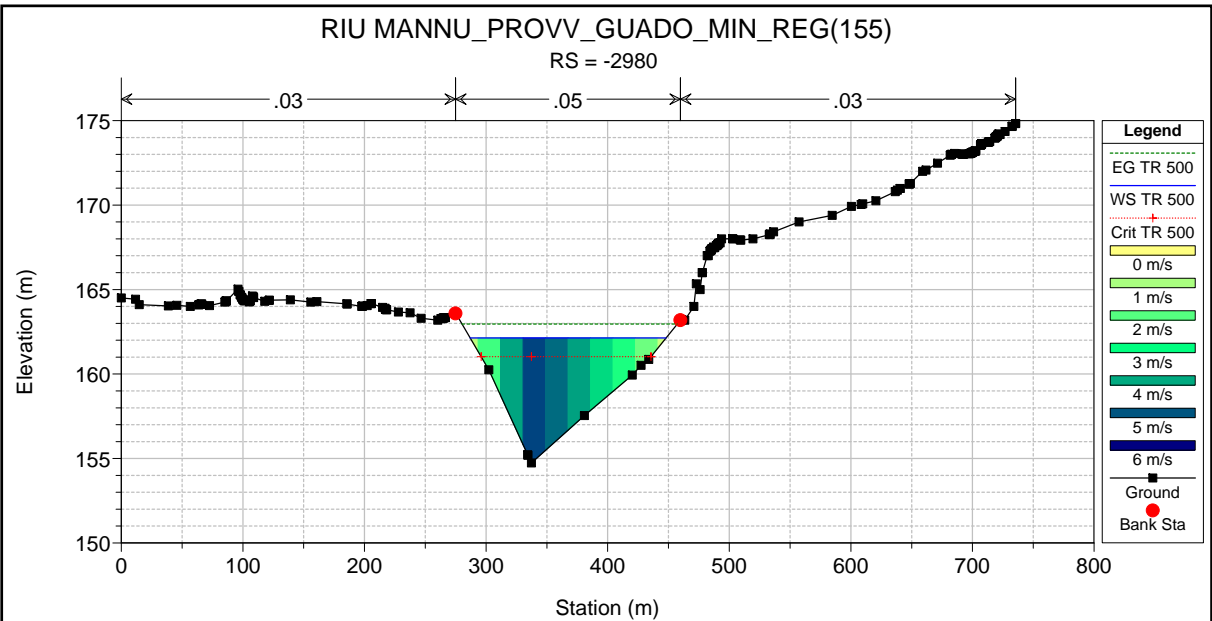












ALLEGATO 5

RISULTATI DELLE SIMULAZIONE DEL RIO MANNU DI BERCHIDDA
(CONFIG. PROGETTO PRELIMINARE COMPLESSO)

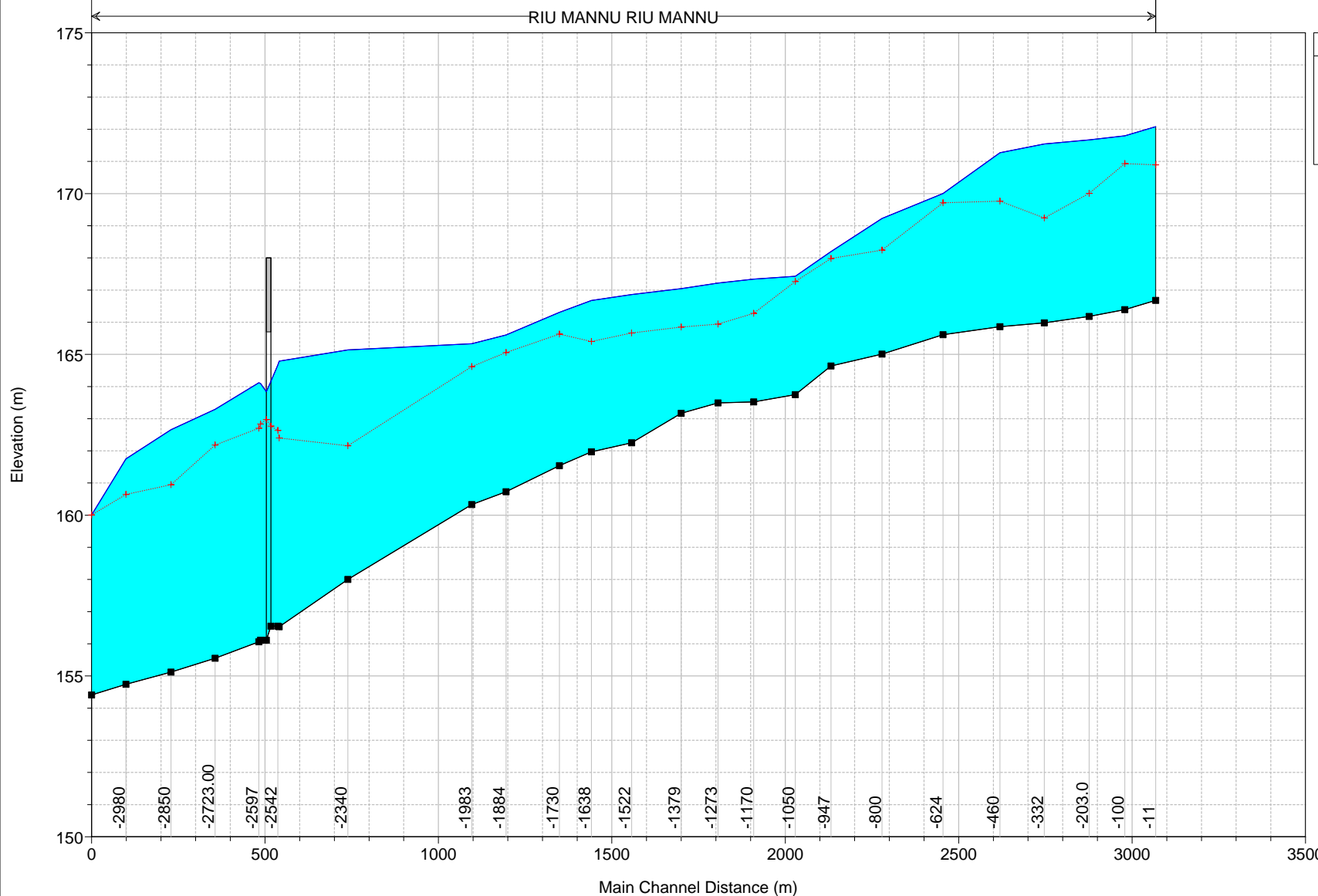
ALLEGATO 5.1

Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.3	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	220.1	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.07	167.34	166.28	1.06	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.4	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.9	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.87	167.04	165.85	1.19	0.31	167.21	1.8	1.8	3.4	54.8	1.99
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.61	166.86	165.67	1.19	0.28	167.00	1.5	1.7	3.1	38.9	2.19
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.71	166.68	165.40	1.28	0.31	166.83	1.7	1.8	3.2	50.4	2.28
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.77	166.31	165.63	0.68	0.45	166.61	2.6	2.4	3.4	109.7	1.91
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	4.87	165.60	165.06	0.54	0.50	166.03	2.9	2.9	3.5	139.4	2.15
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.00	165.33	164.62	0.71	0.44	165.65	2.6	2.5	3.5	106.3	2.00
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.14	165.14	162.16	2.98	0.18	165.27	1.4	1.6	6.1	26.5	3.81
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	155.53	8.26	164.79	162.40	2.39	0.36	165.10	2.6	2.3	5.3	95.4	2.00
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	8.12	164.67	162.63	2.04	0.42	165.08	3.0	2.7	5.0	125.6	2.71
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	7.98	164.09	162.83	1.26	0.51	164.60	3.4	3.0	4.4	173.4	2.01
RIU MANNU	-2597	TR 200	2076.0	156.06	8.06	164.12	162.70	1.42	0.48	164.57	3.1	2.8	4.1	146.7	2.12
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	7.74	163.29	162.18	1.11	0.63	163.94	3.6	3.5	3.3	211.9	2.18
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	7.54	162.66	160.95	1.71	0.54	163.23	3.4	3.4	3.9	175.1	3.92
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	7.01	161.75	160.65	1.10	0.65	162.50	3.8	3.8	3.5	235.0	3.54
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	5.60	160.01	160.01	0.00	1.00	161.40	5.2	5.2	2.8	478.9	2.78

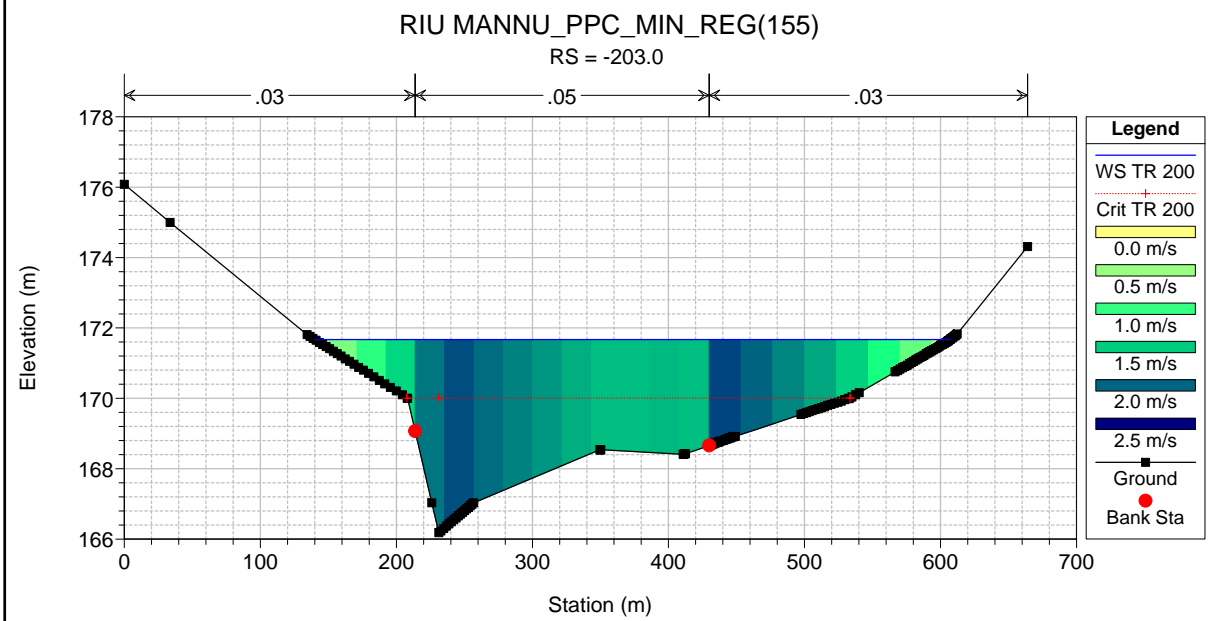
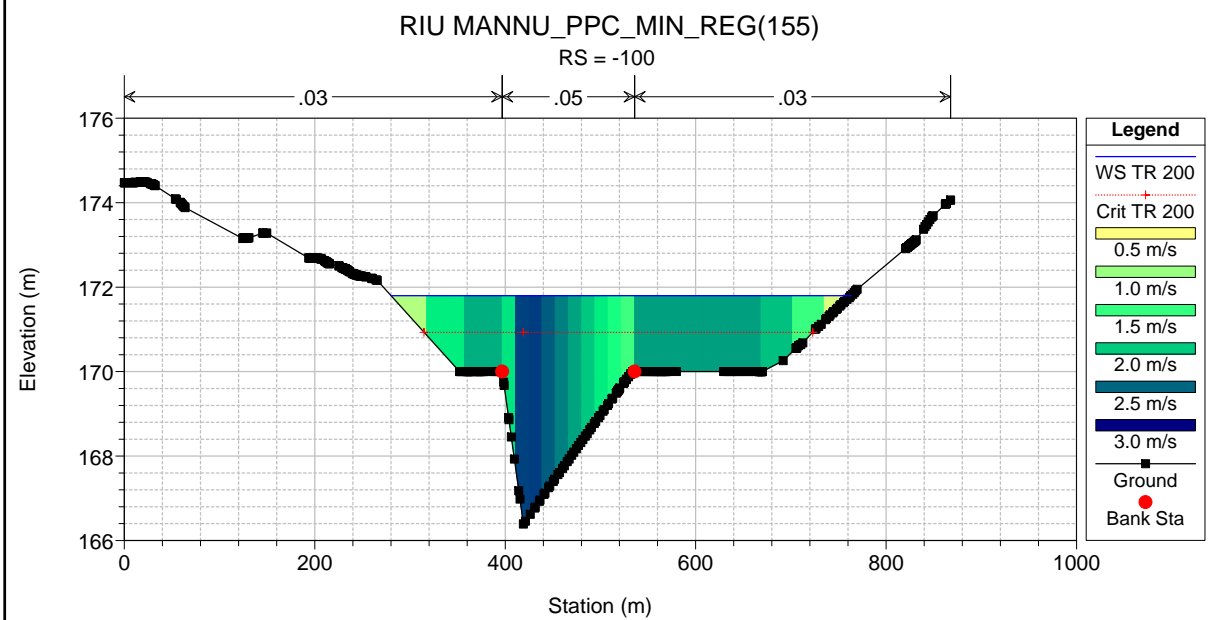
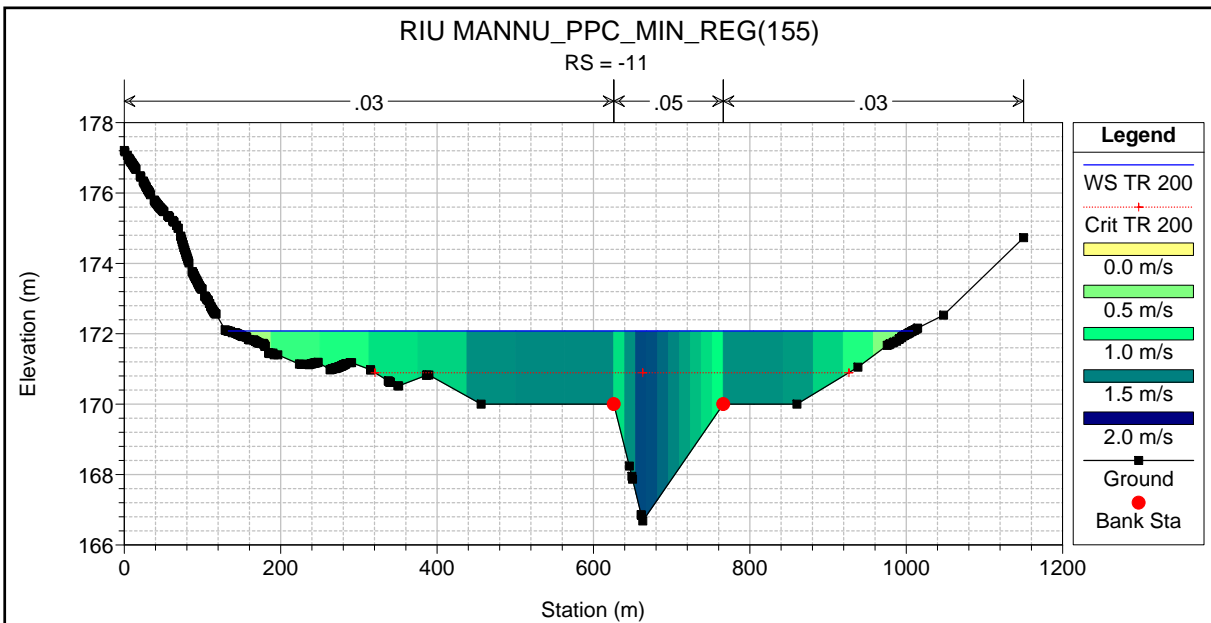
RIU MANNU_PPC_MIN_REG(155)

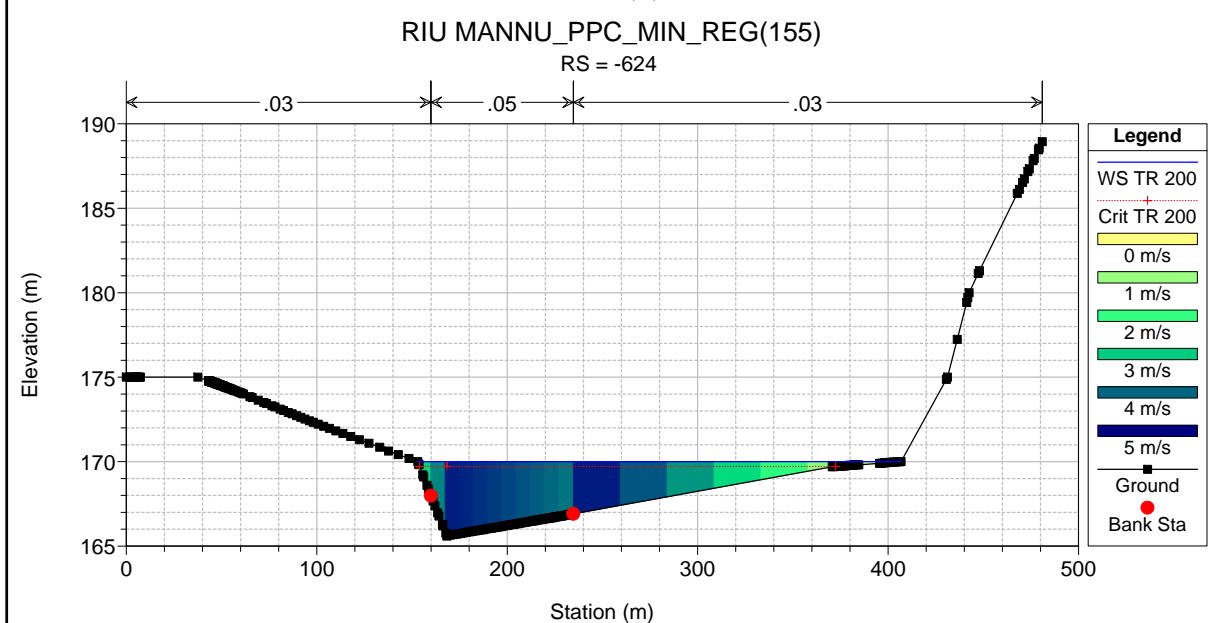
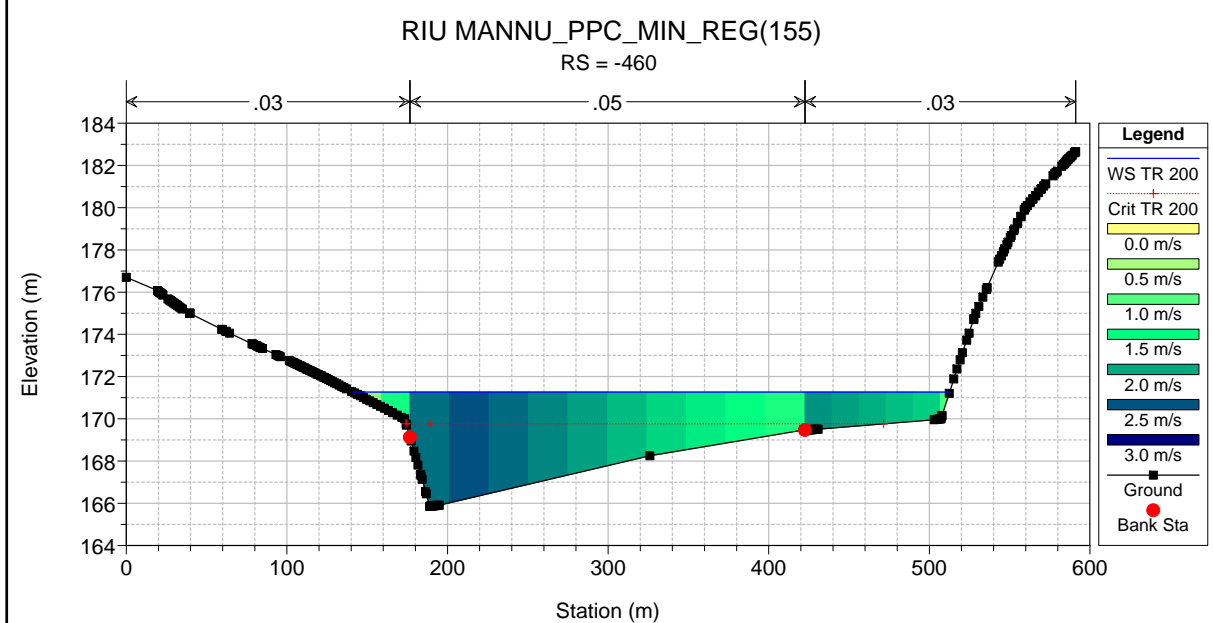
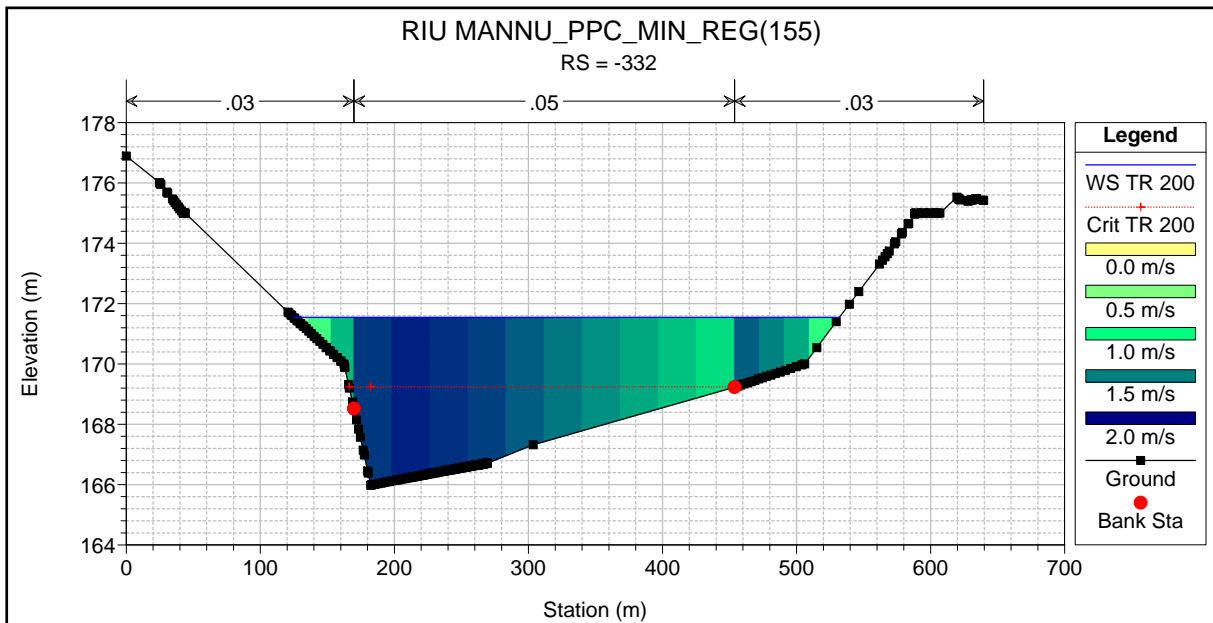
RIU MANNU RIU MANNU

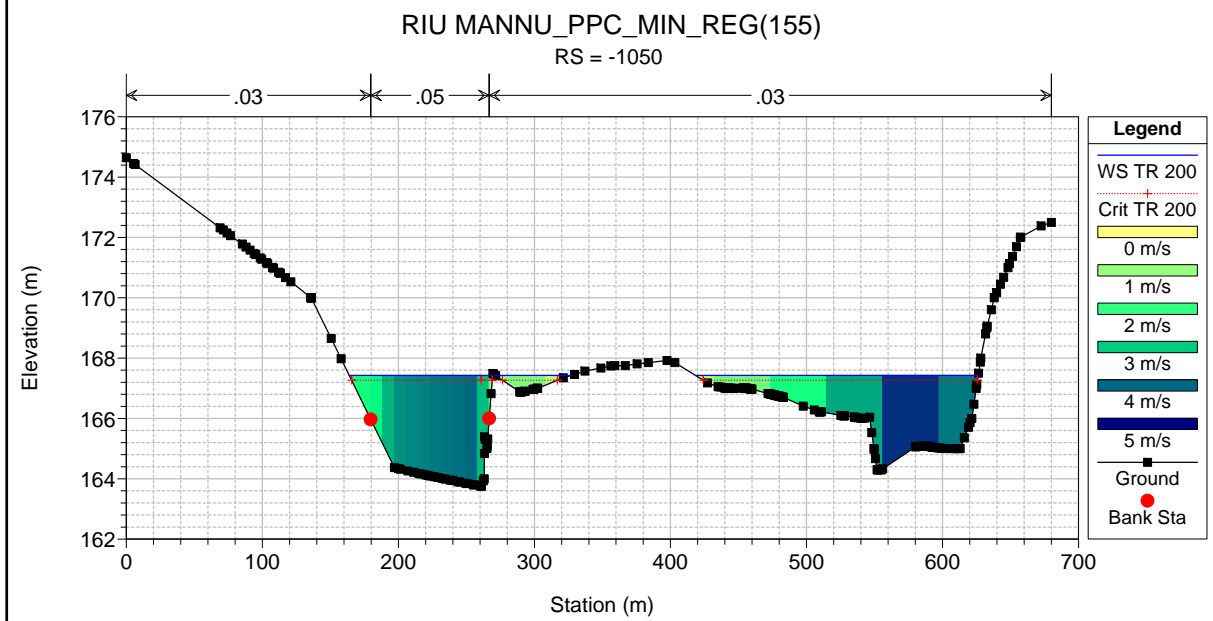
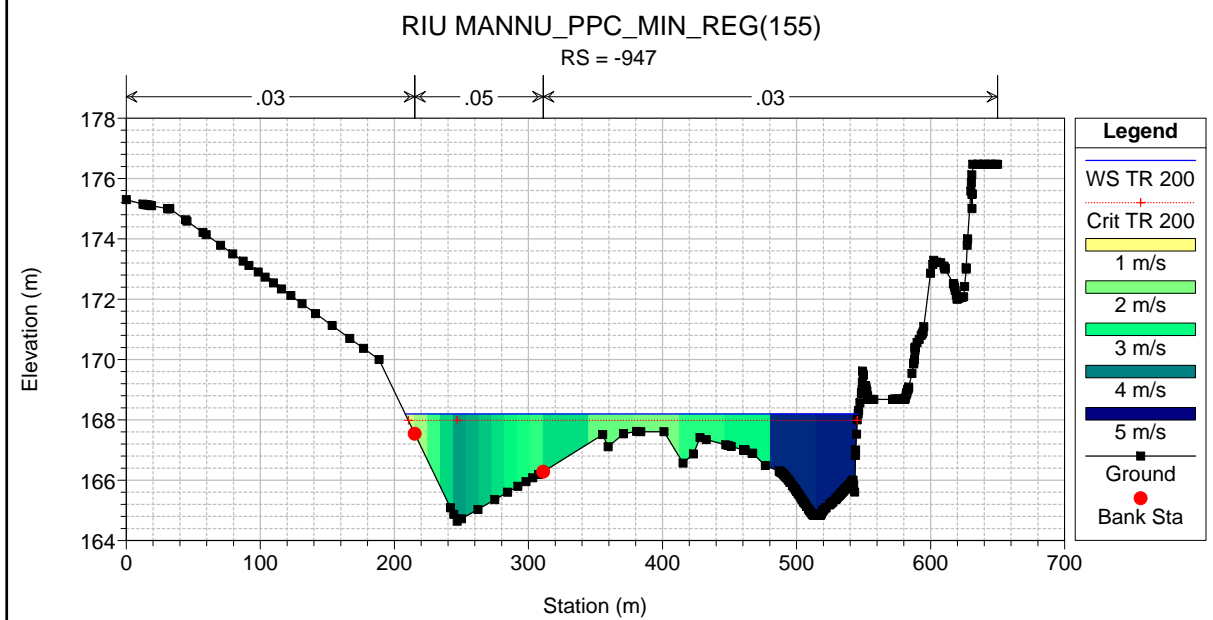
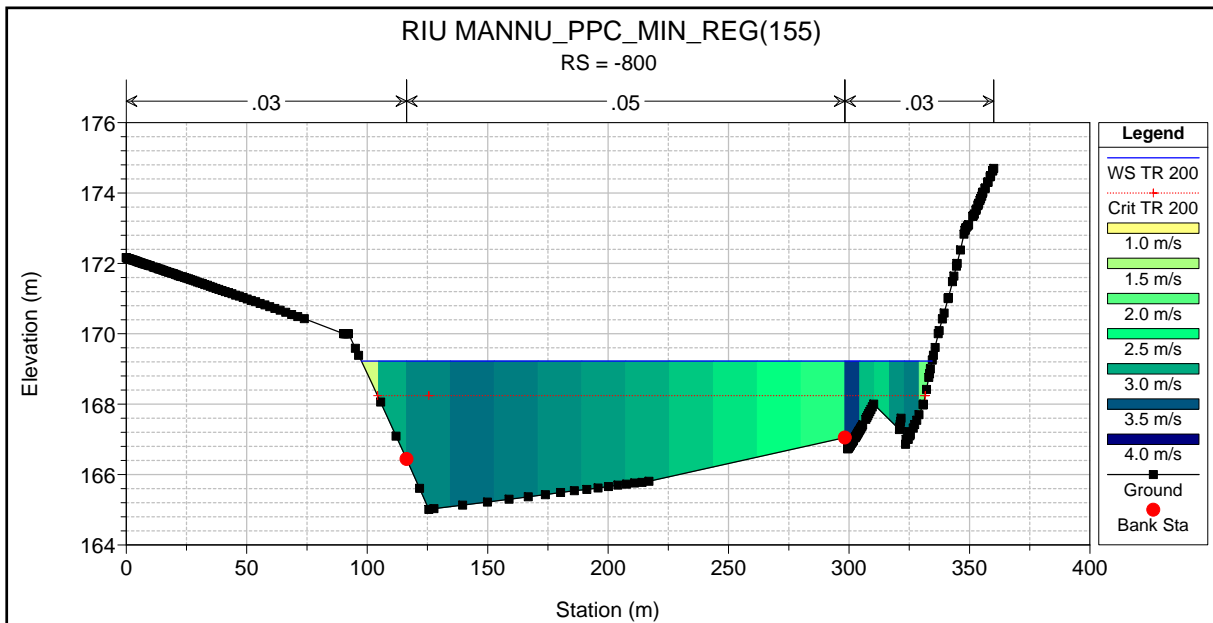


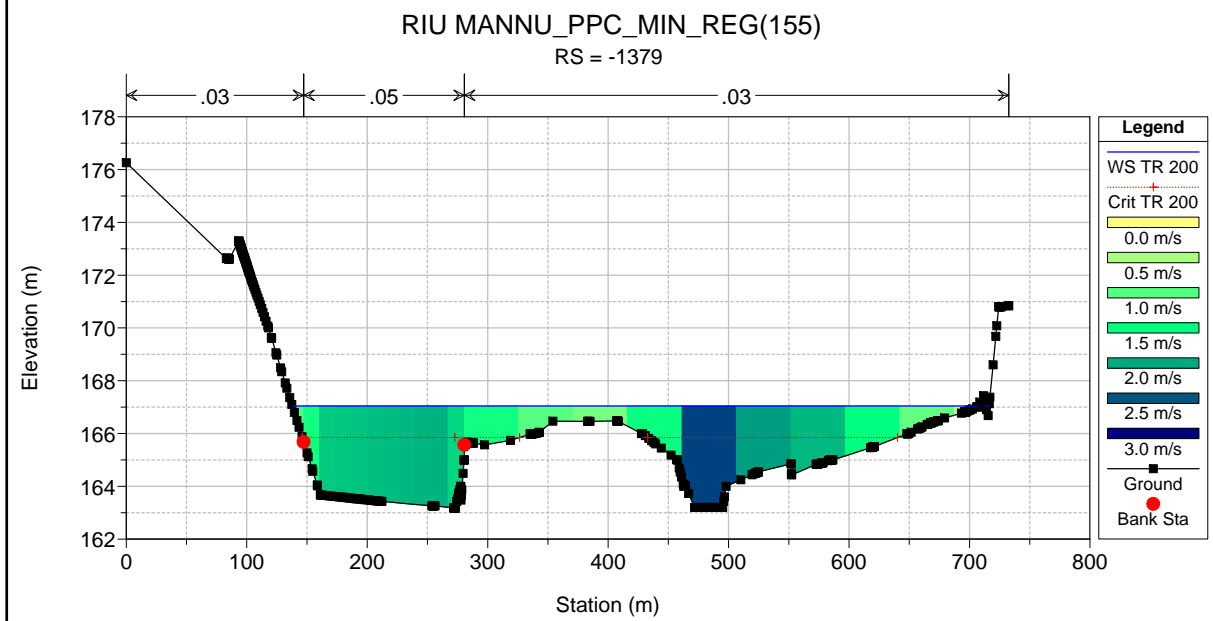
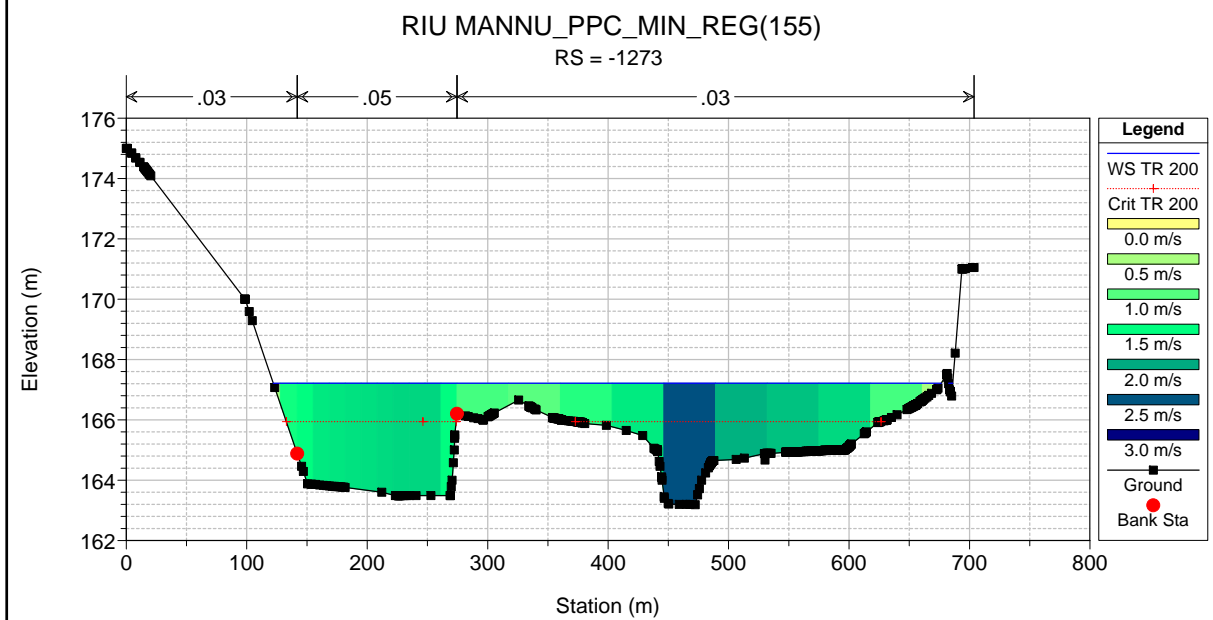
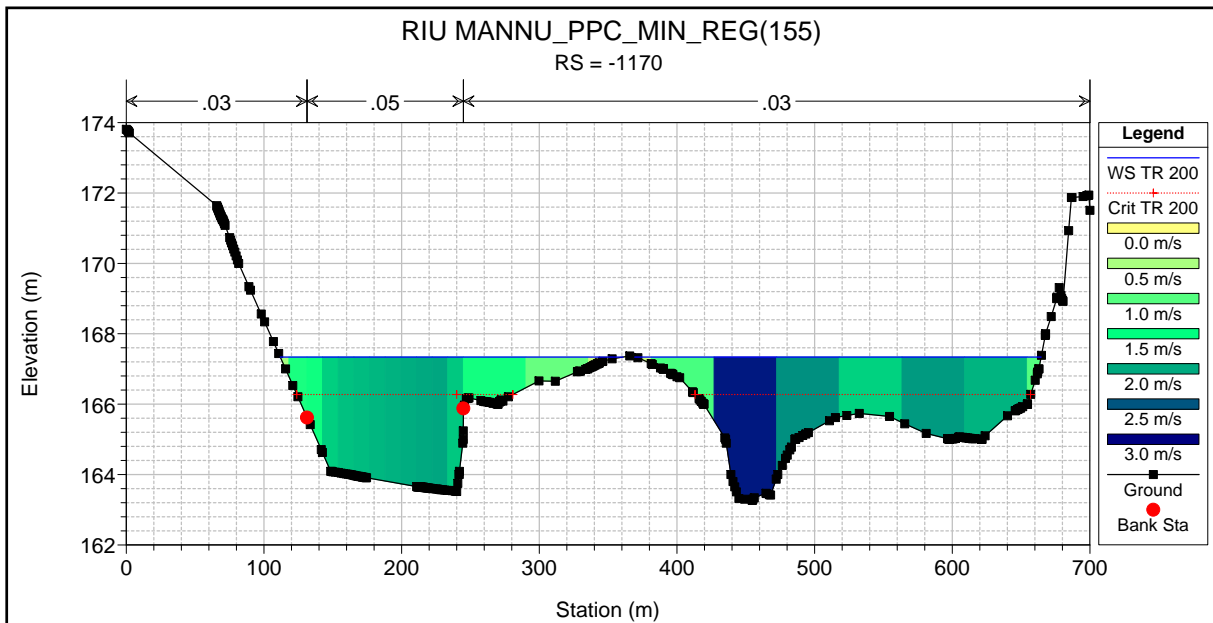
Legend

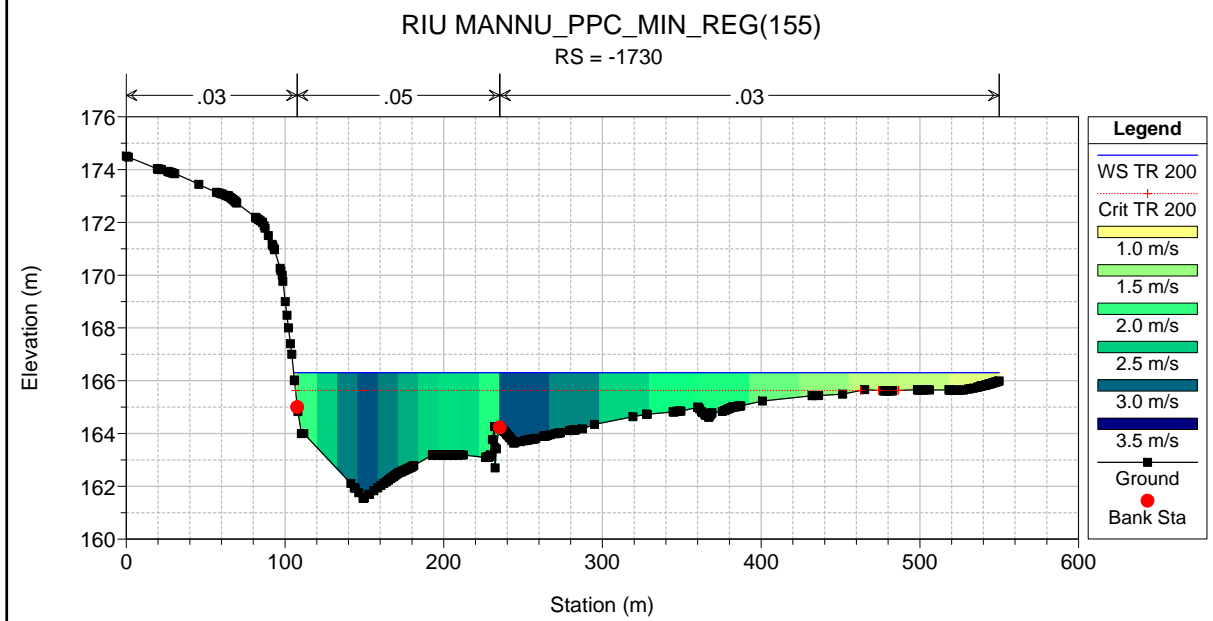
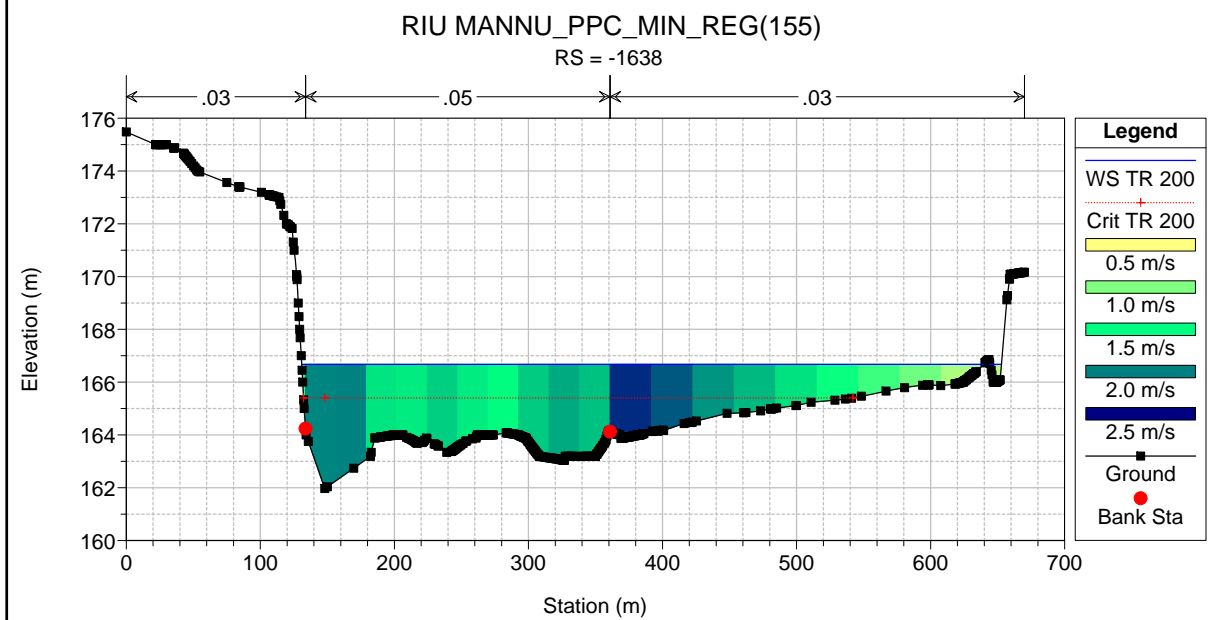
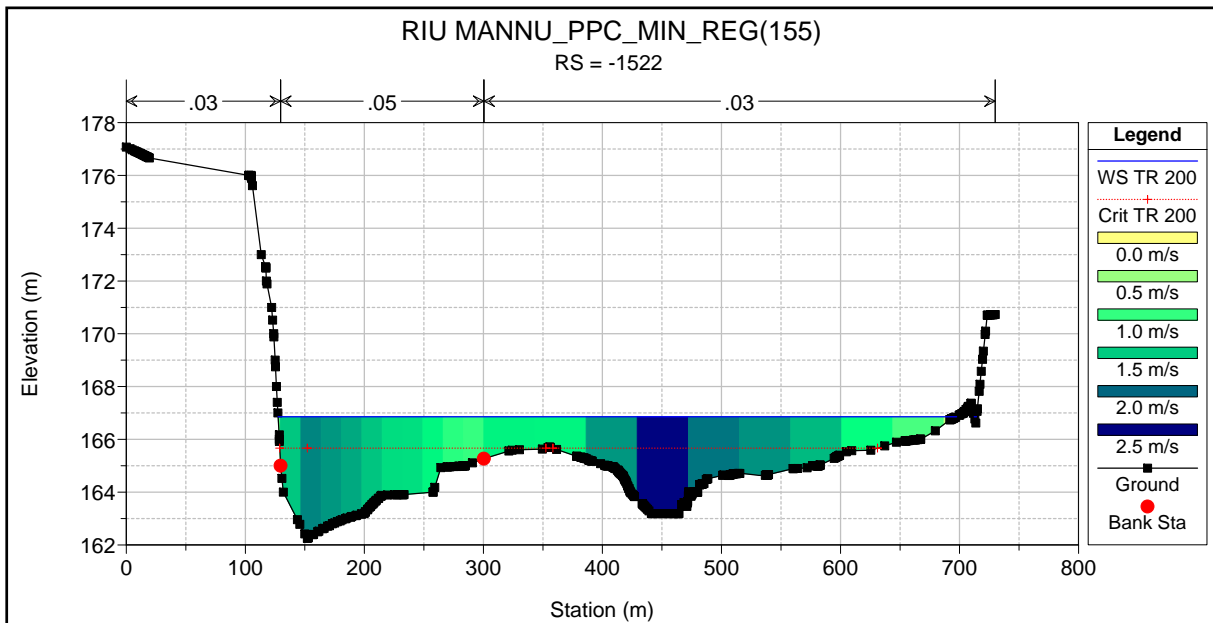
- WS TR 200
- Crit TR 200
- Ground

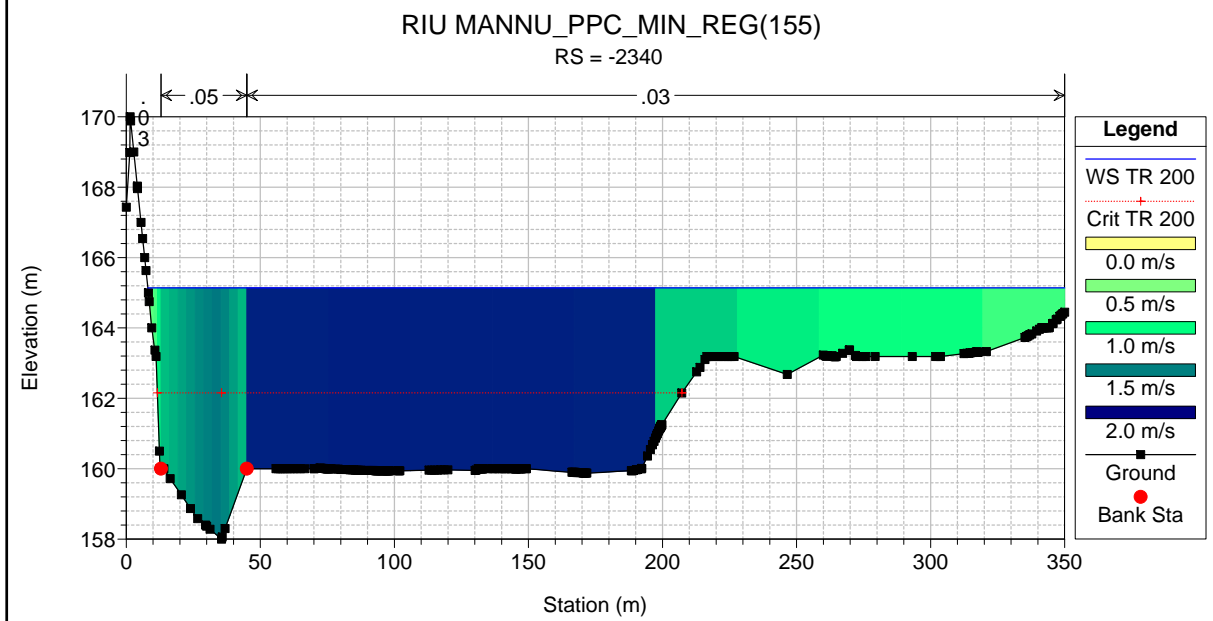
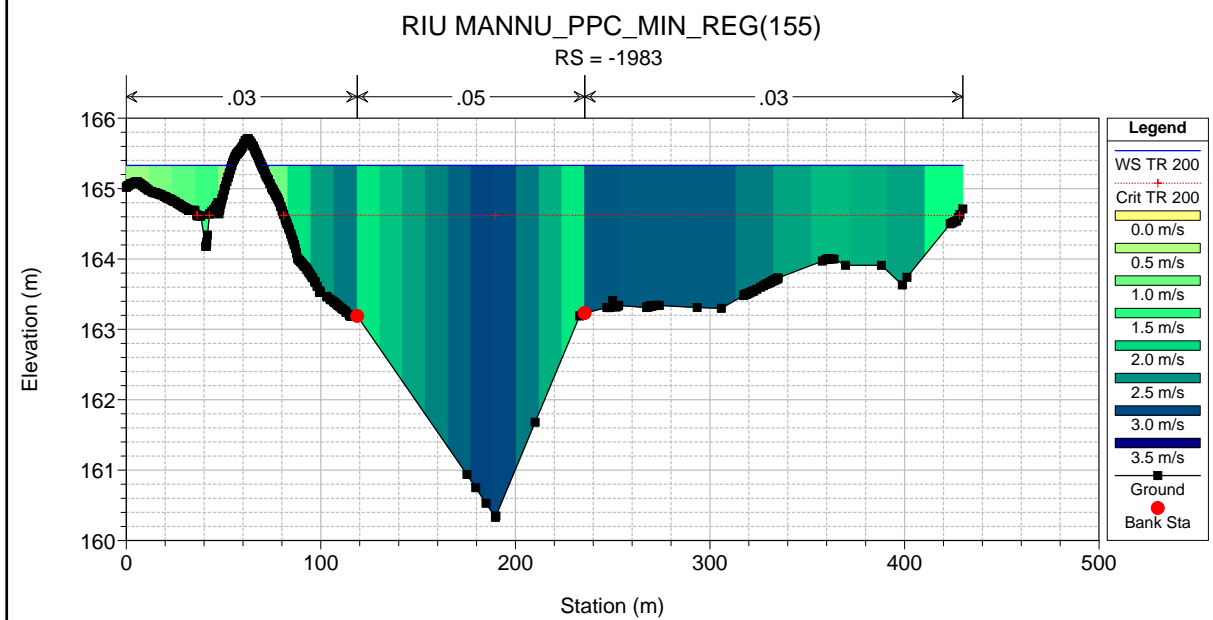
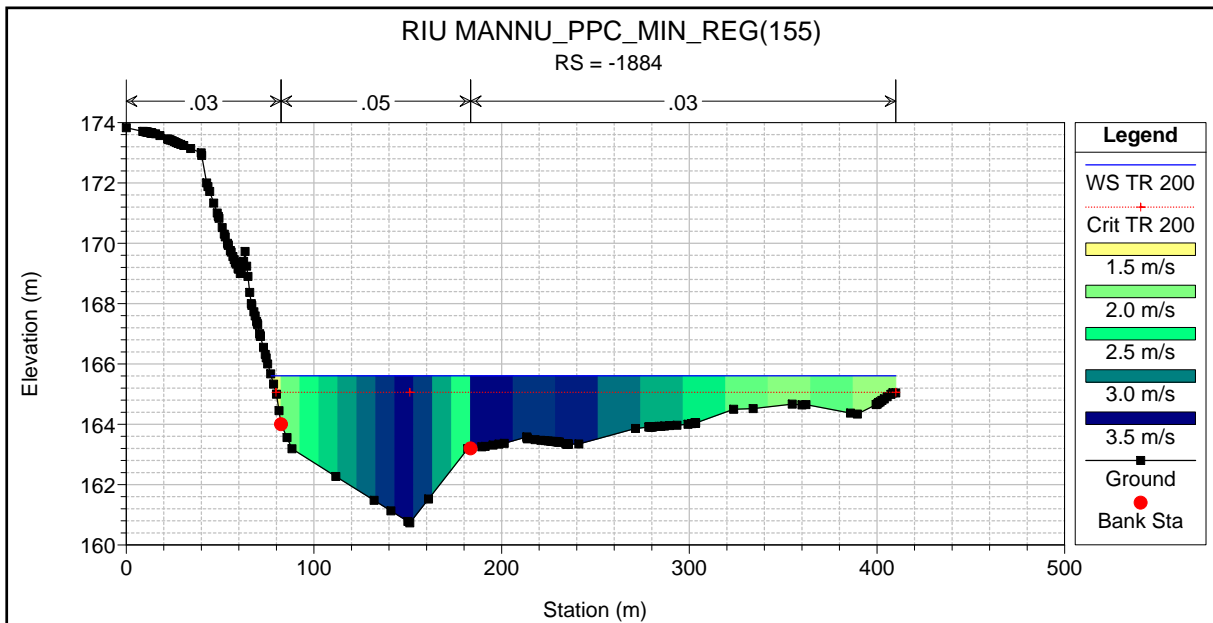


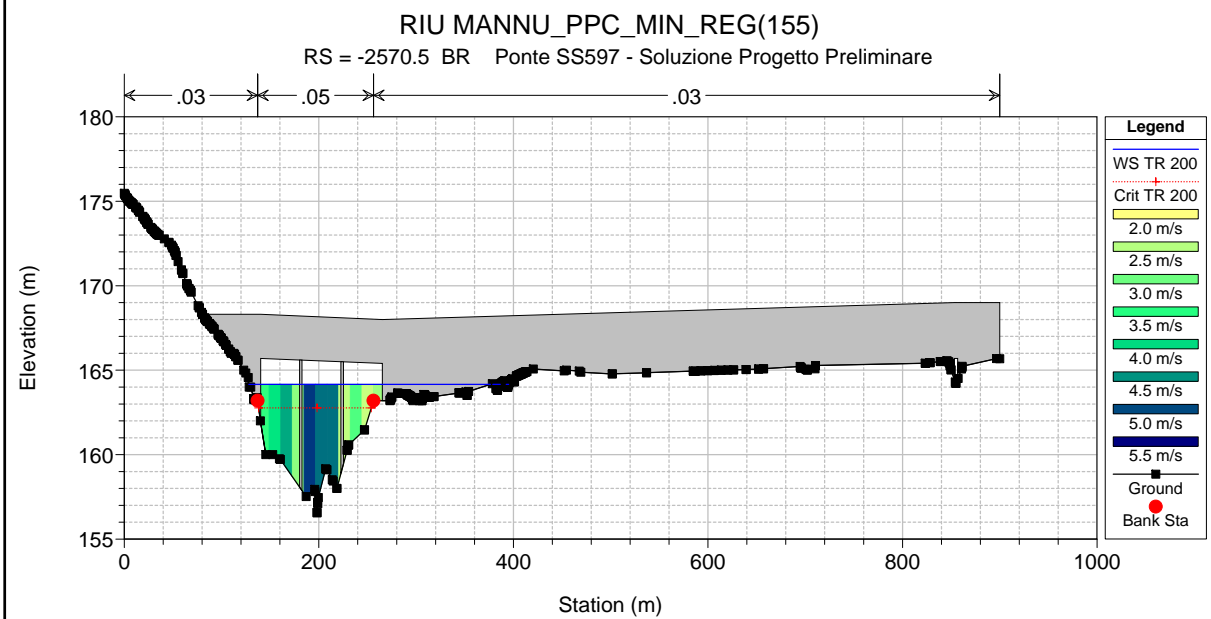
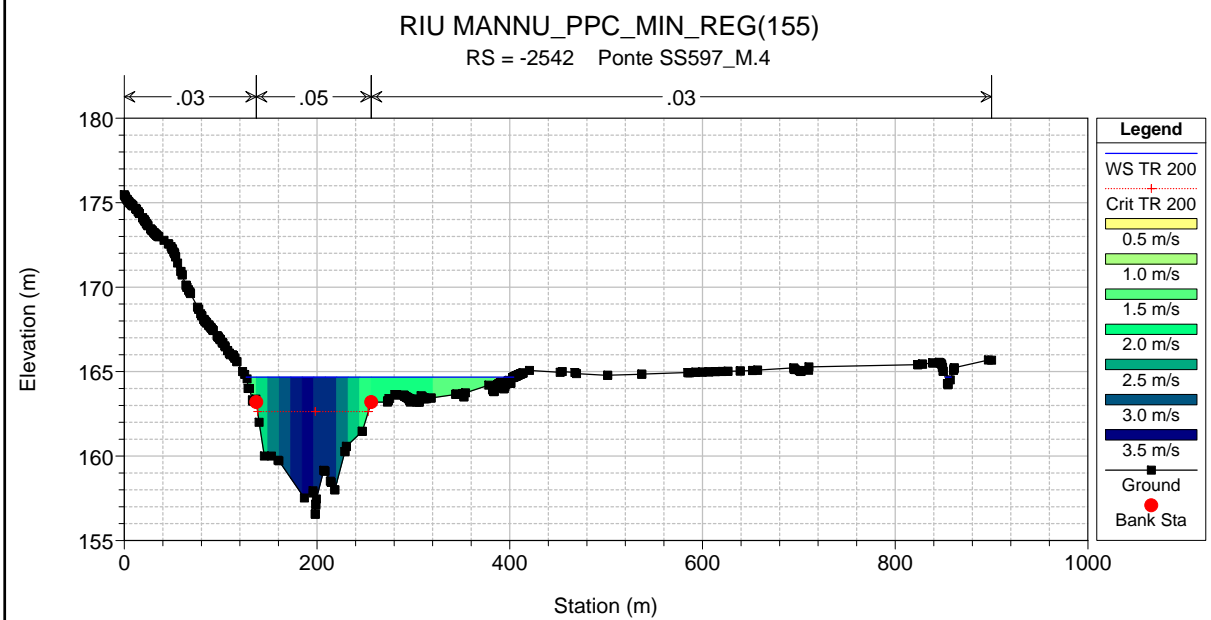
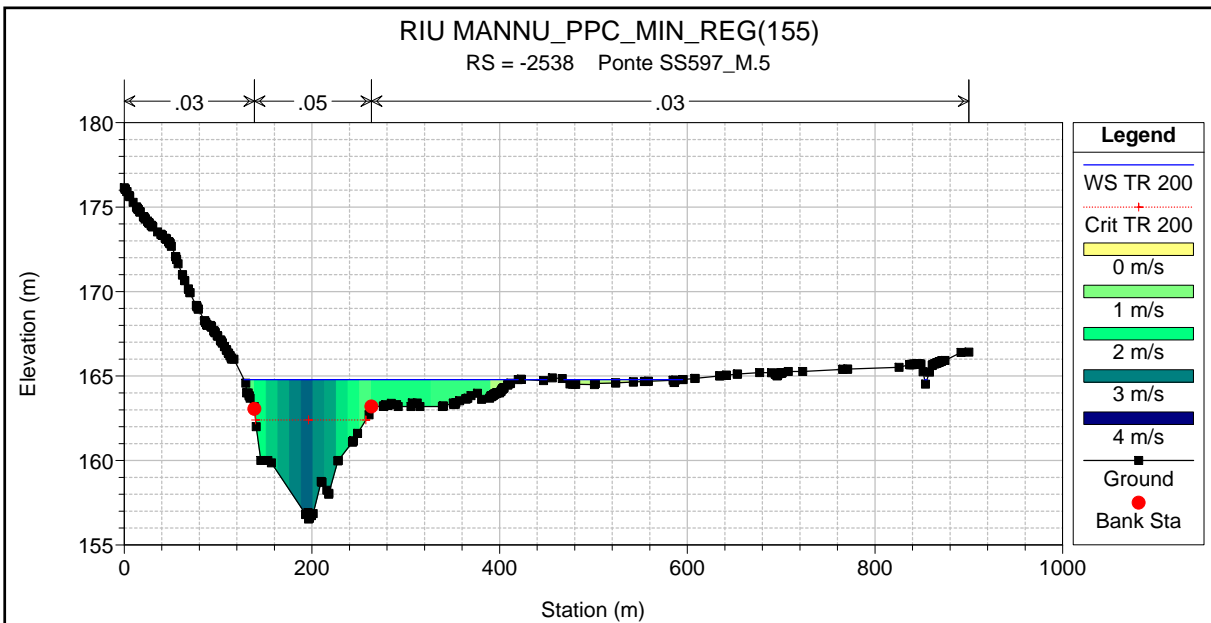


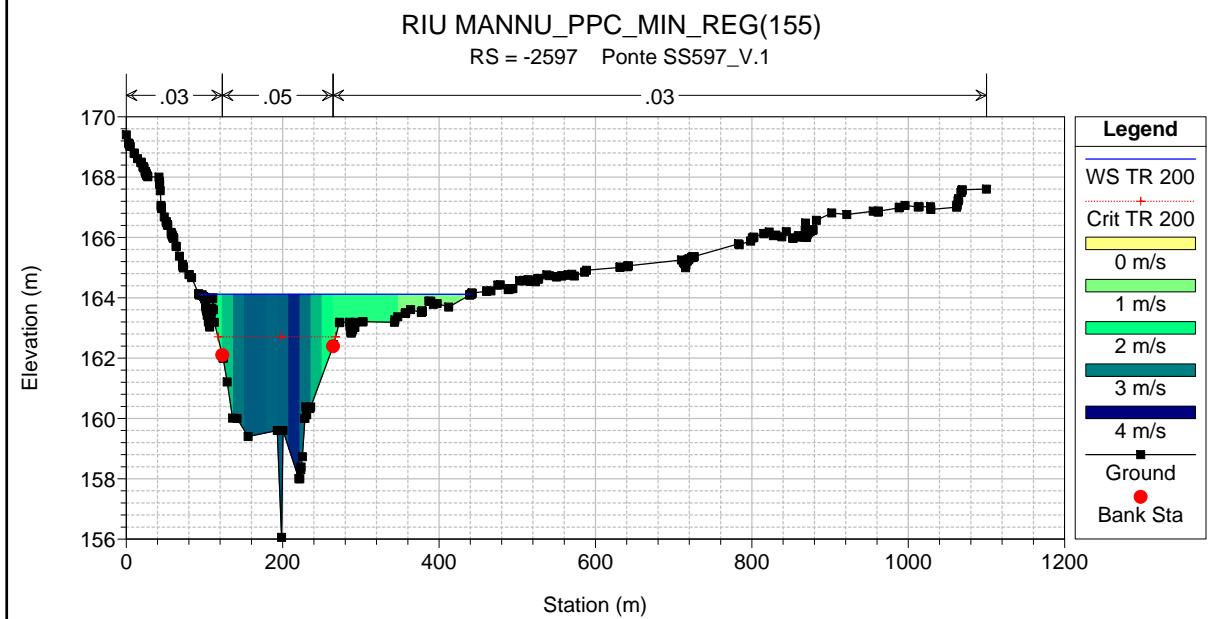
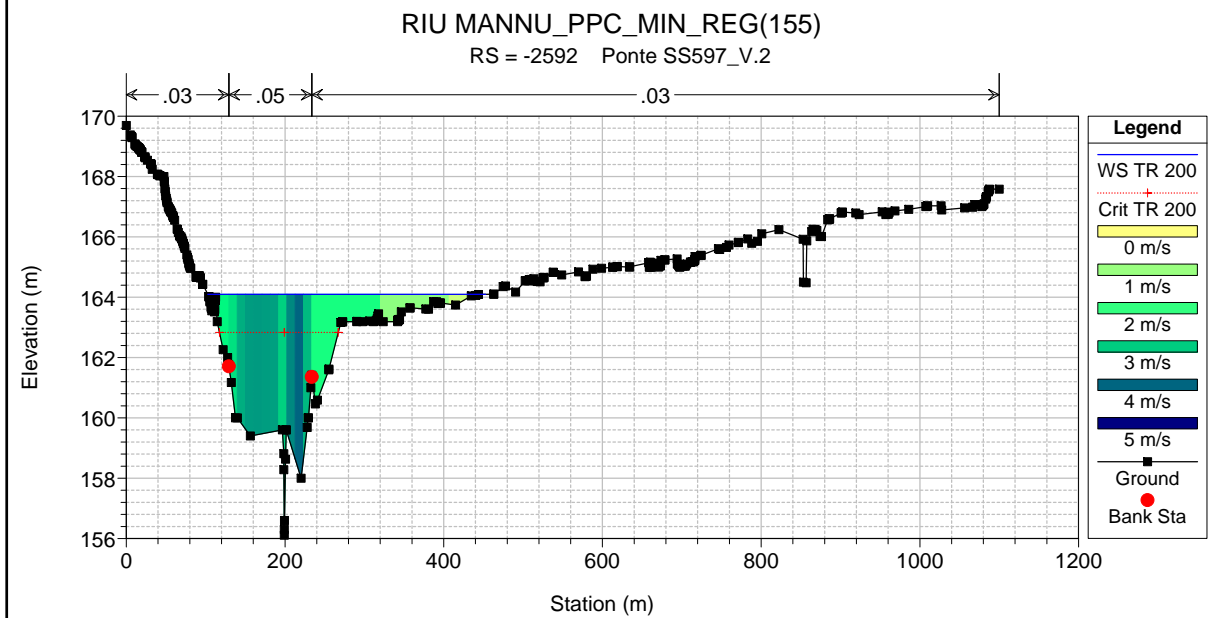
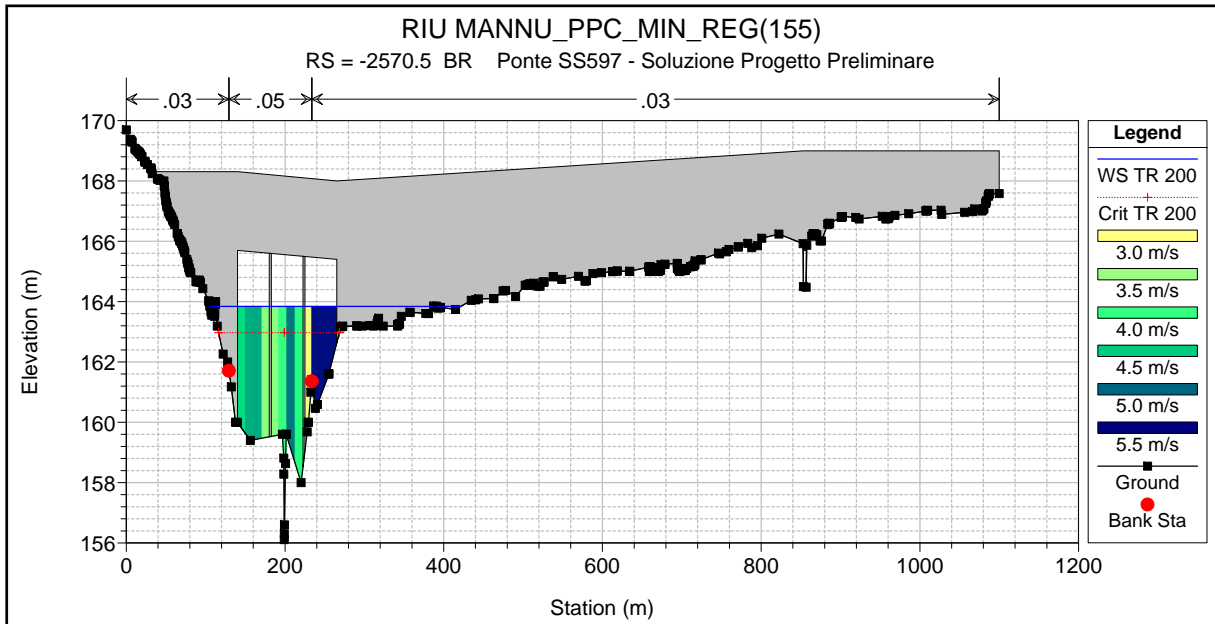


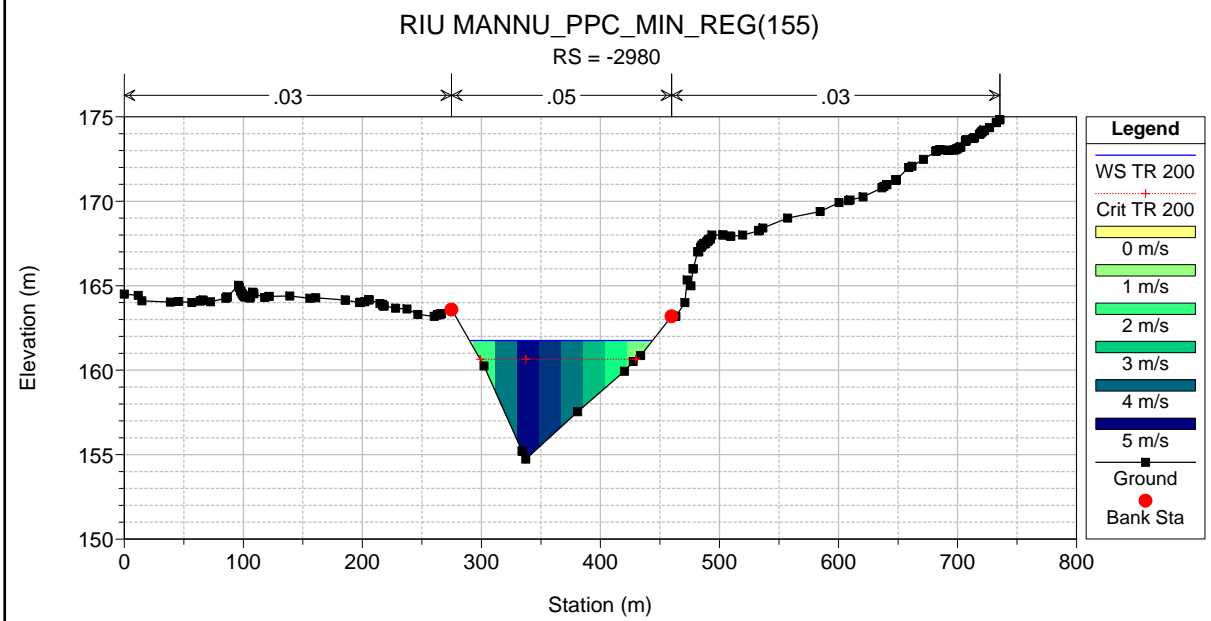
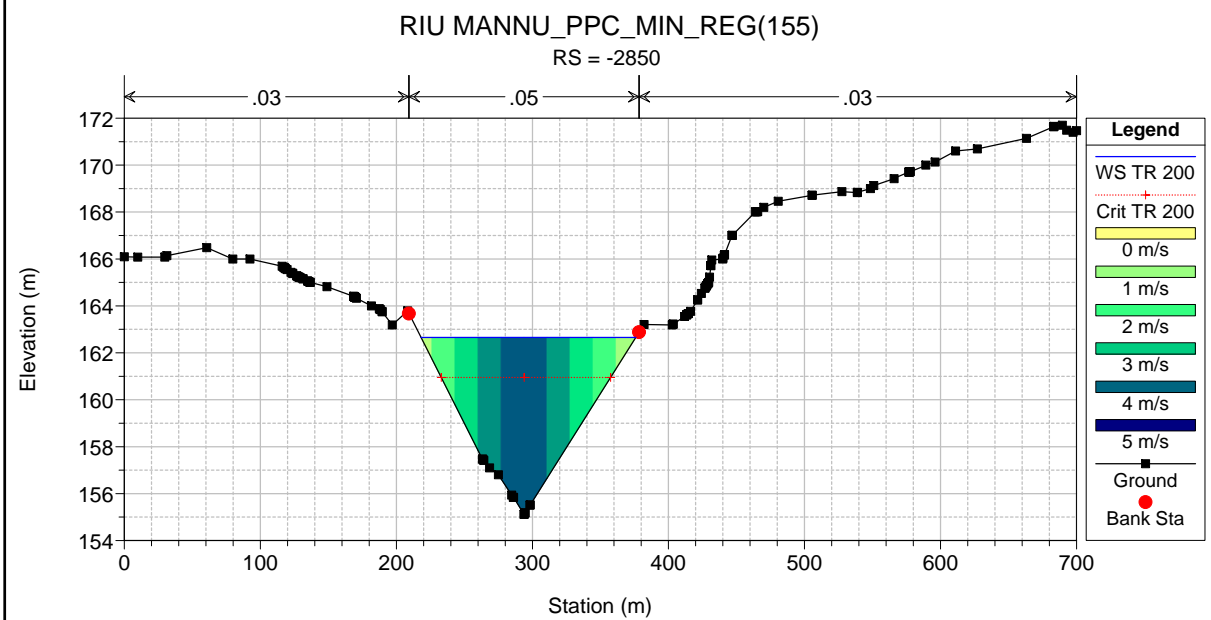
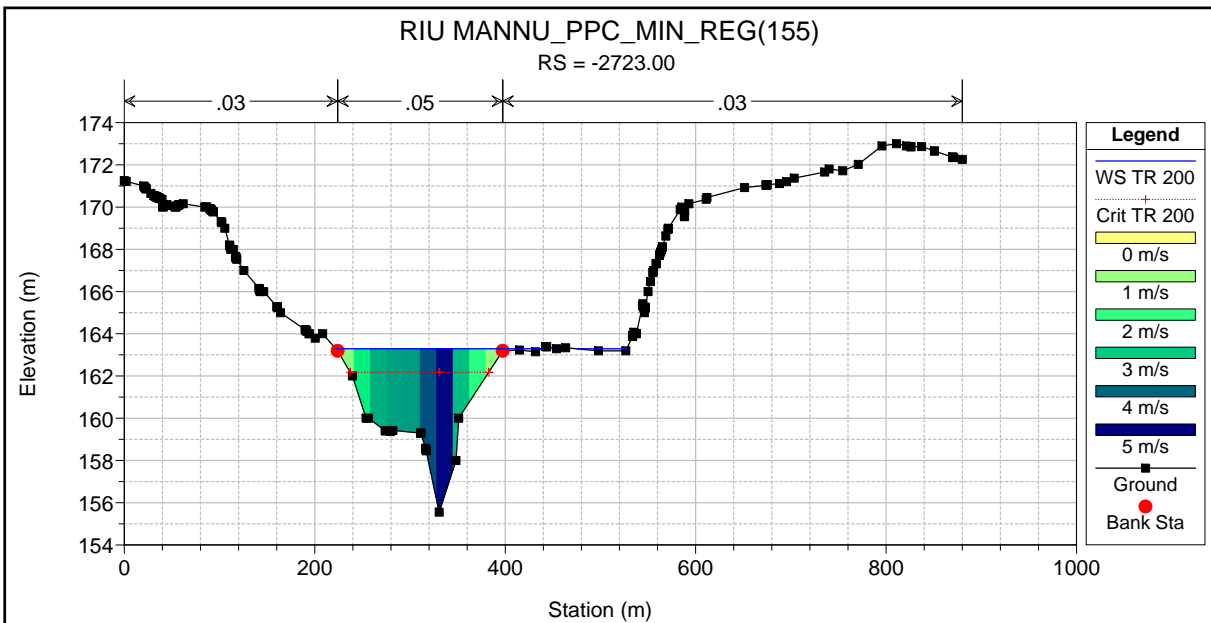






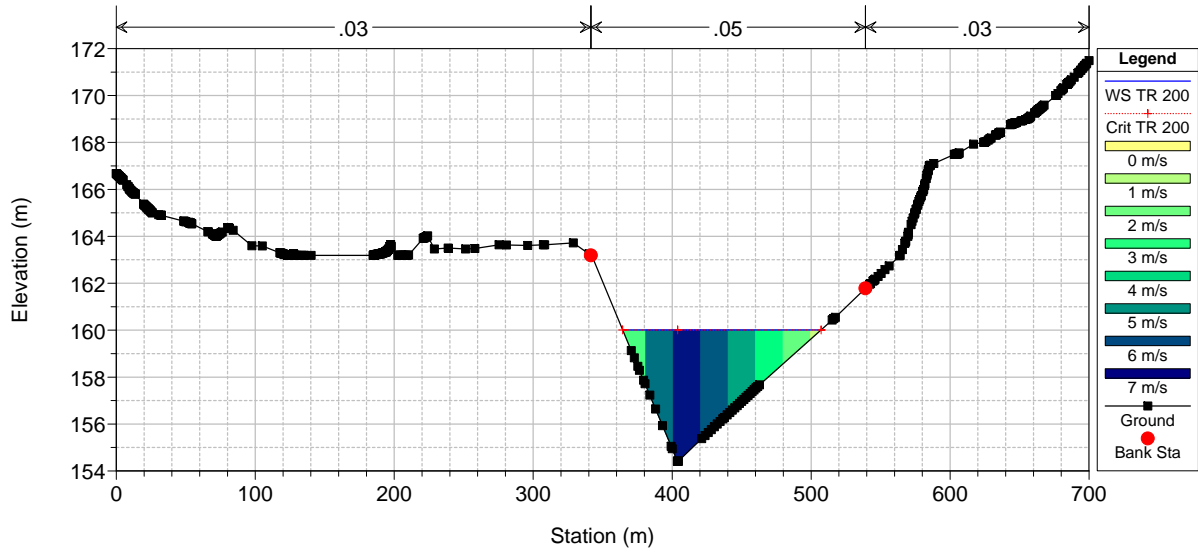






RIU MANNU_PPC_MIN_REG(155)

RS = -3079



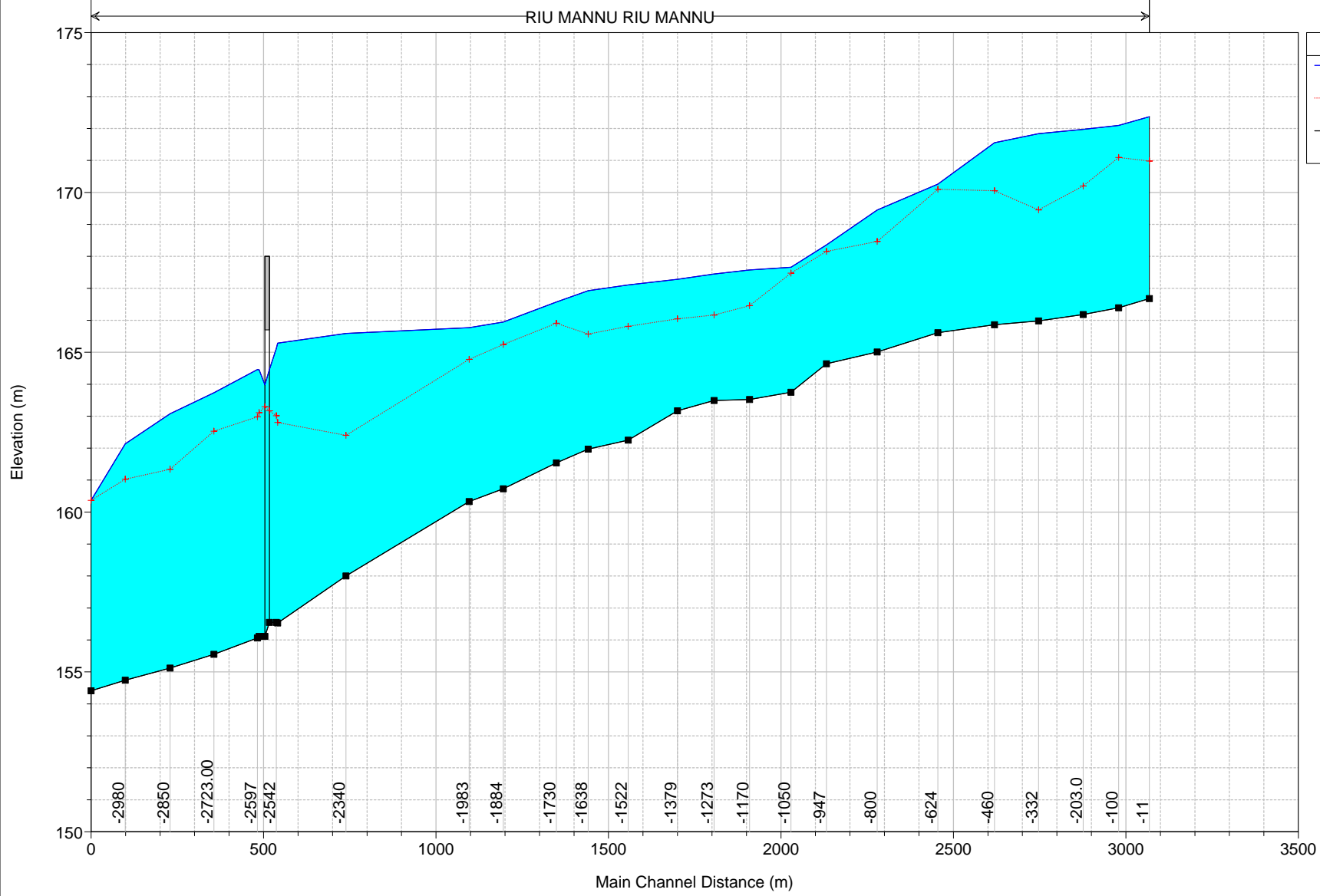
ALLEGATO 5.2

Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC
Scenario: livello regolazione minima 155 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.2	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	163.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.5	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.91	167.66	167.47	0.19	0.64	168.31	3.7	3.6	3.3	221.8	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.30	167.57	166.46	1.11	0.34	167.79	2.0	2.1	3.6	64.7	2.12
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.26	167.45	166.17	1.28	0.29	167.62	1.7	1.8	3.7	47.1	2.36
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.11	167.28	166.05	1.23	0.31	167.47	1.9	1.9	3.7	55.5	2.21
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.86	167.11	165.81	1.30	0.27	167.26	1.6	1.7	3.3	40.6	2.39
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.96	166.93	165.57	1.36	0.31	167.10	1.8	1.9	3.5	53.3	2.51
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.03	166.57	165.91	0.66	0.43	166.89	2.6	2.5	3.6	106.4	2.17
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.22	165.95	165.24	0.71	0.47	166.38	2.9	2.9	3.9	128.7	2.49
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.44	165.77	164.78	0.99	0.38	166.07	2.4	2.4	4.0	89.2	2.36
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.59	165.59	162.40	3.19	0.18	165.73	1.4	1.7	6.6	26.8	4.25
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	8.76	165.29	162.80	2.49	0.35	165.58	2.6	2.1	5.8	93.7	1.88
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	8.57	165.12	163.01	2.11	0.42	165.55	3.1	2.6	5.5	135.2	1.67
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	8.34	164.45	163.11	1.34	0.49	164.94	3.4	2.9	4.8	167.7	2.08
RIU MANNU	-2597	TR 500	2431.0	156.06	8.40	164.46	162.98	1.48	0.47	164.91	3.2	2.8	4.5	149.1	2.11
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	8.18	163.73	162.53	1.20	0.59	164.36	3.6	3.4	3.7	200.2	2.27
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	7.96	163.08	161.34	1.74	0.55	163.72	3.5	3.5	4.2	190.9	4.13
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	7.39	162.13	161.03	1.10	0.66	162.96	4.0	4.0	3.7	256.3	3.75
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	5.96	160.37	160.37	0.00	1.00	161.86	5.4	5.4	2.9	499.8	2.96

RIU MANNU_PPC_MIN_REG(155)

RIU MANNU RIU MANNU



Legend

- WS TR 500
- Crit TR 500
- Ground

-2980

-2850

-2723.00

-2597

-2542

-2340

-1983

-1884

-1730

-1638

-1522

-1379

-1273

-1170

-1050

-947

-800

-624

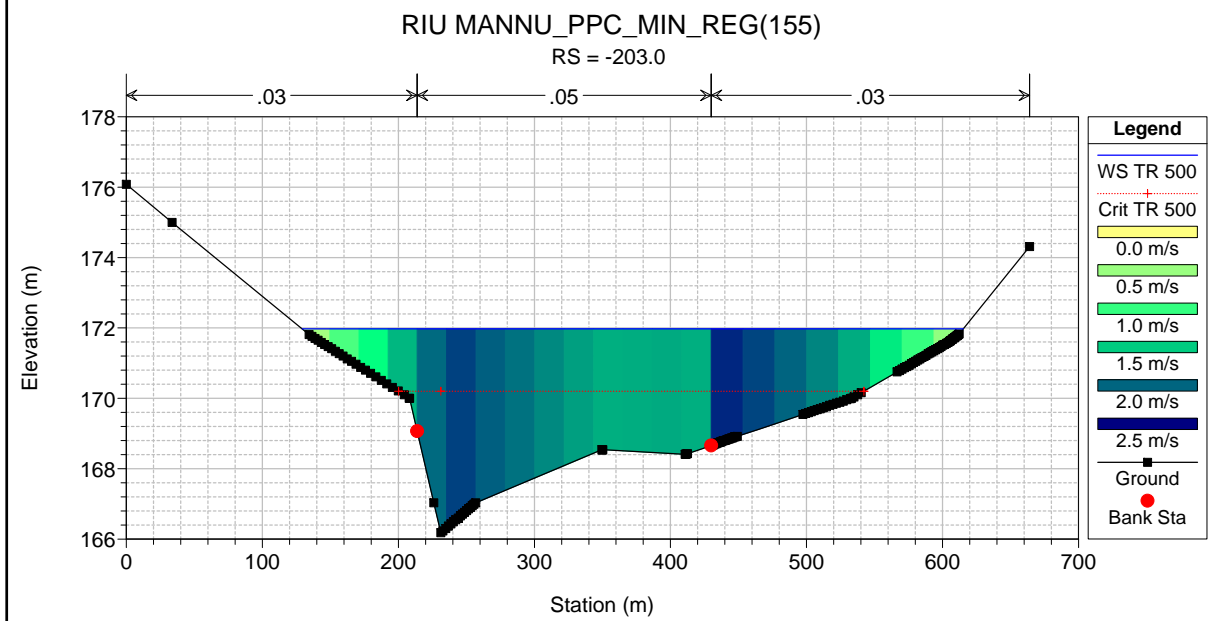
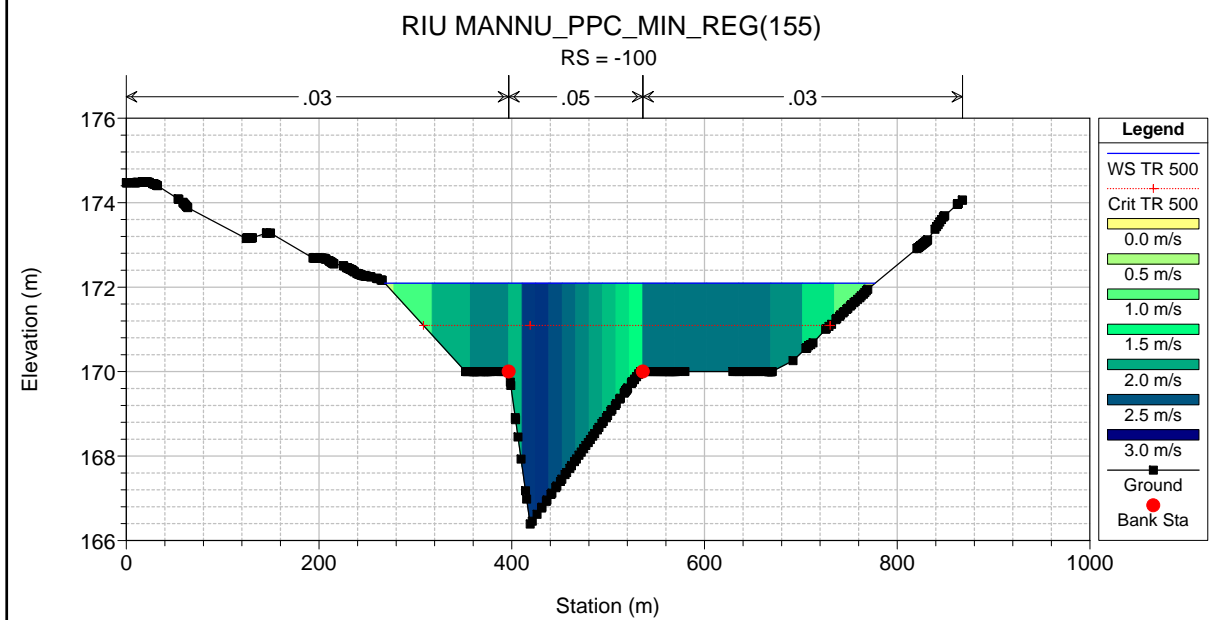
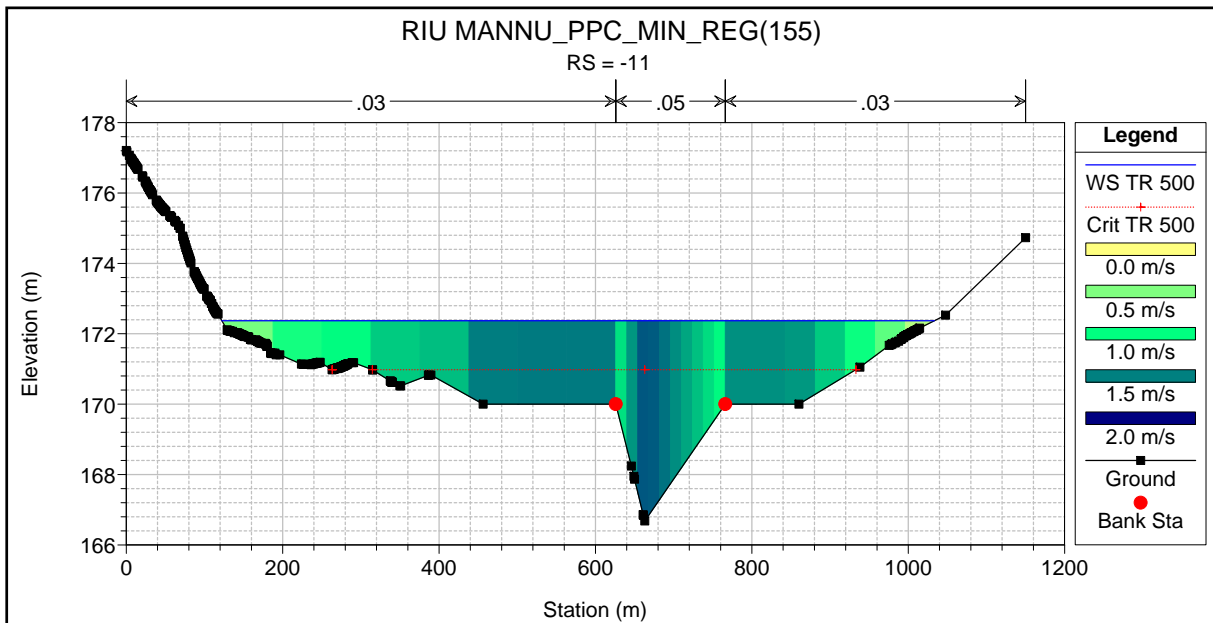
-460

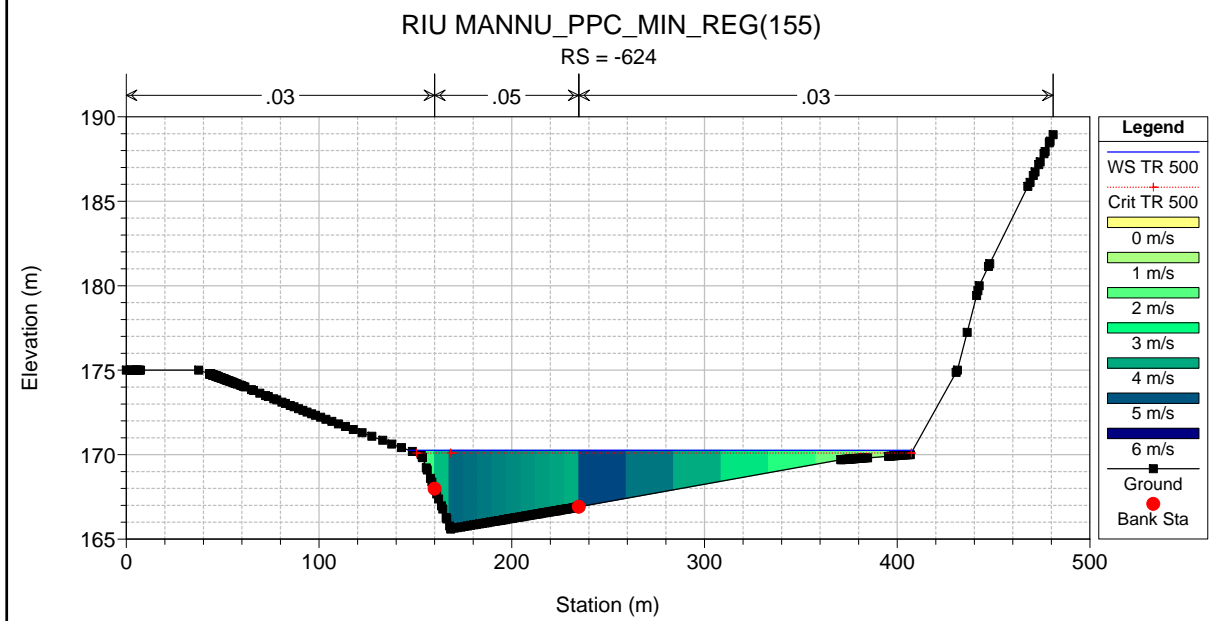
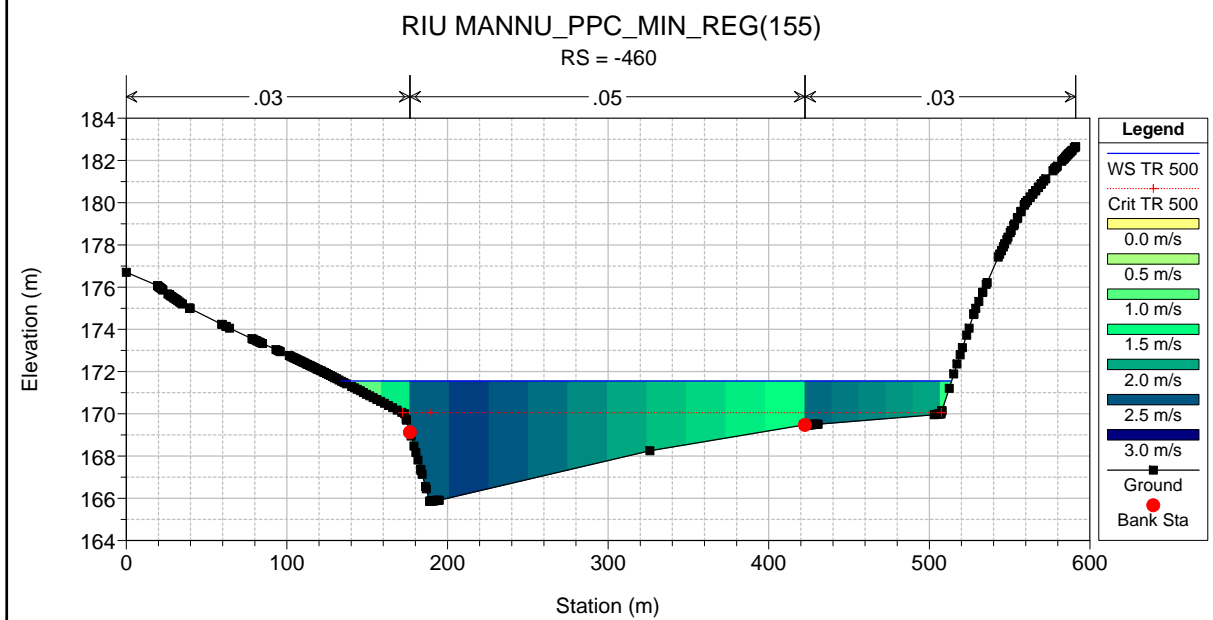
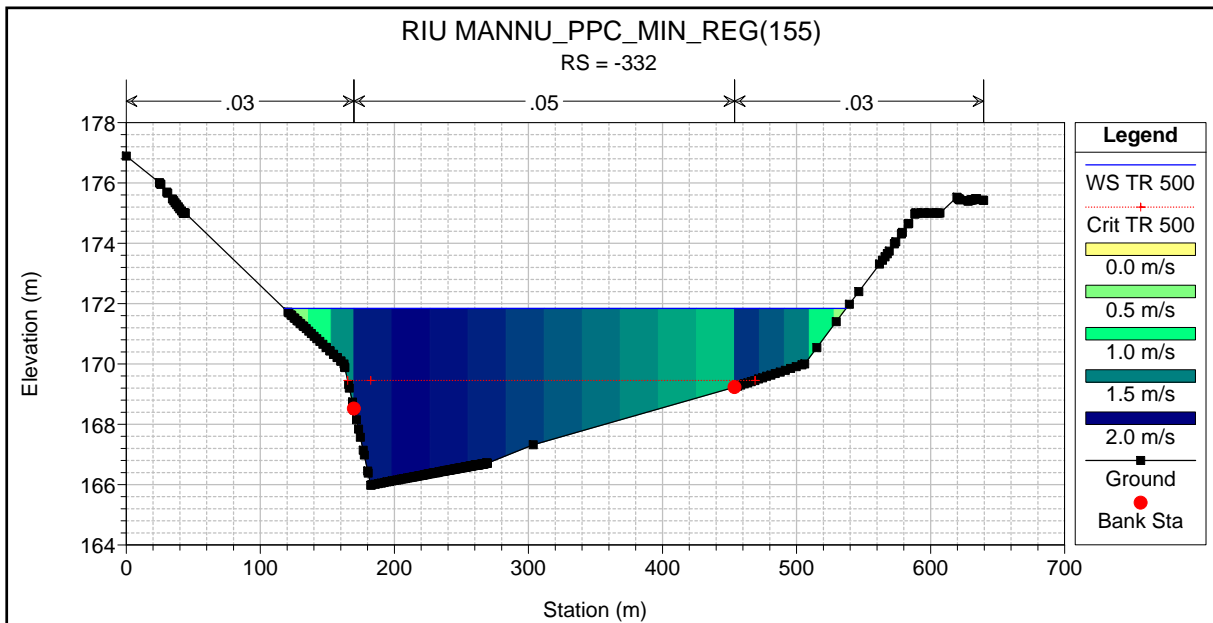
-332

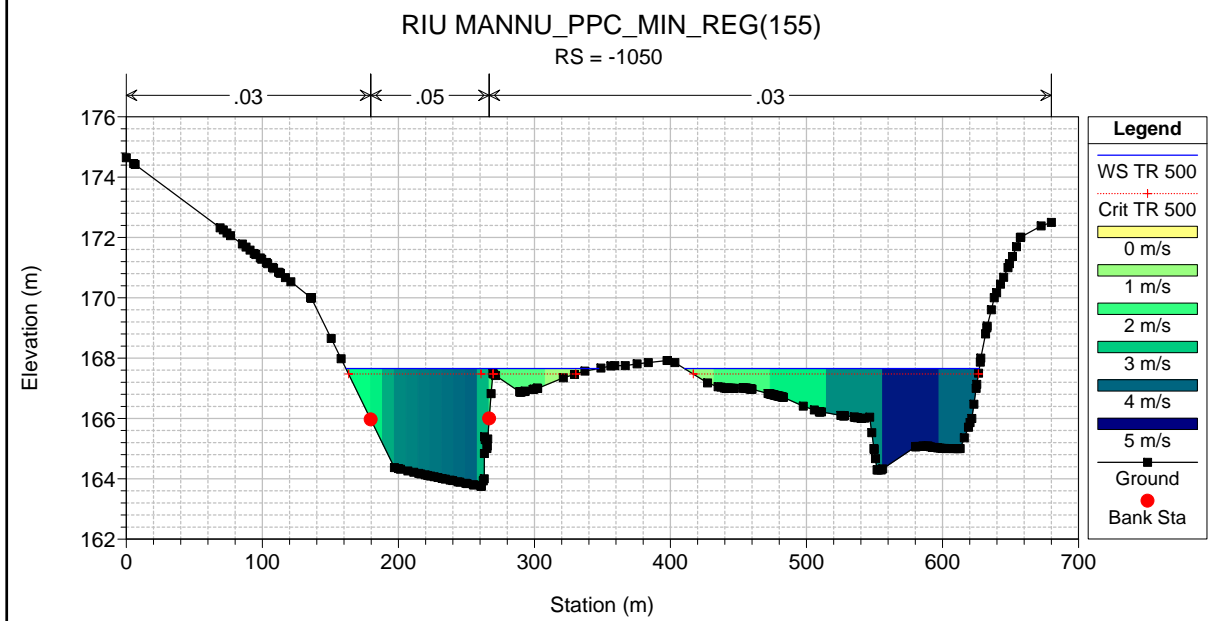
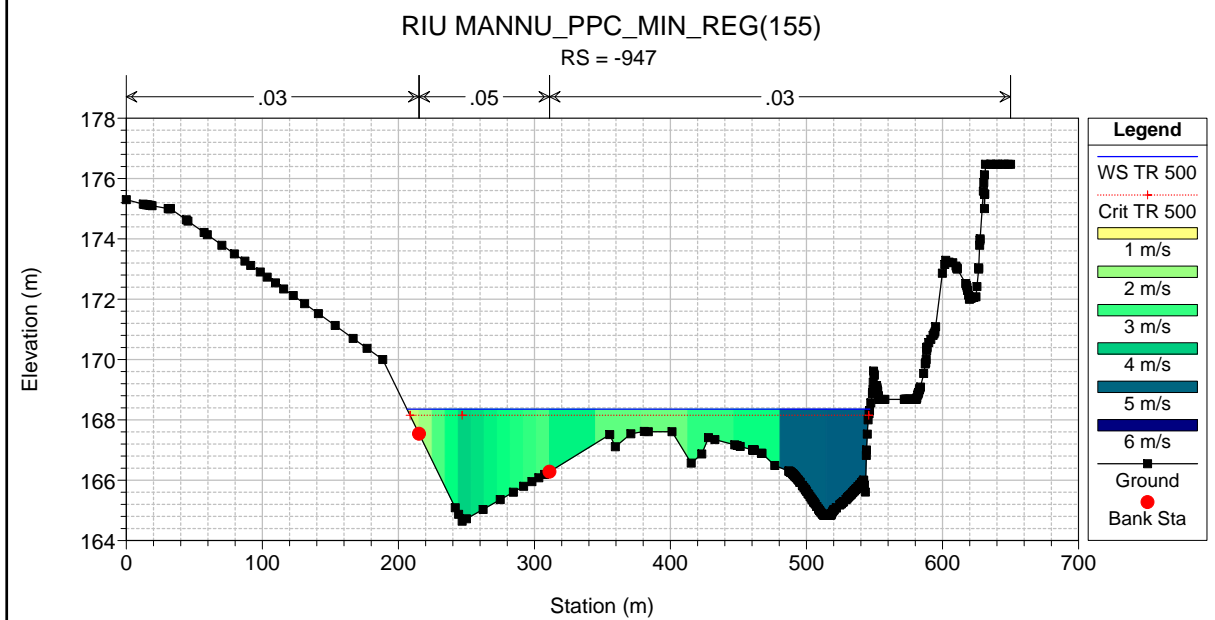
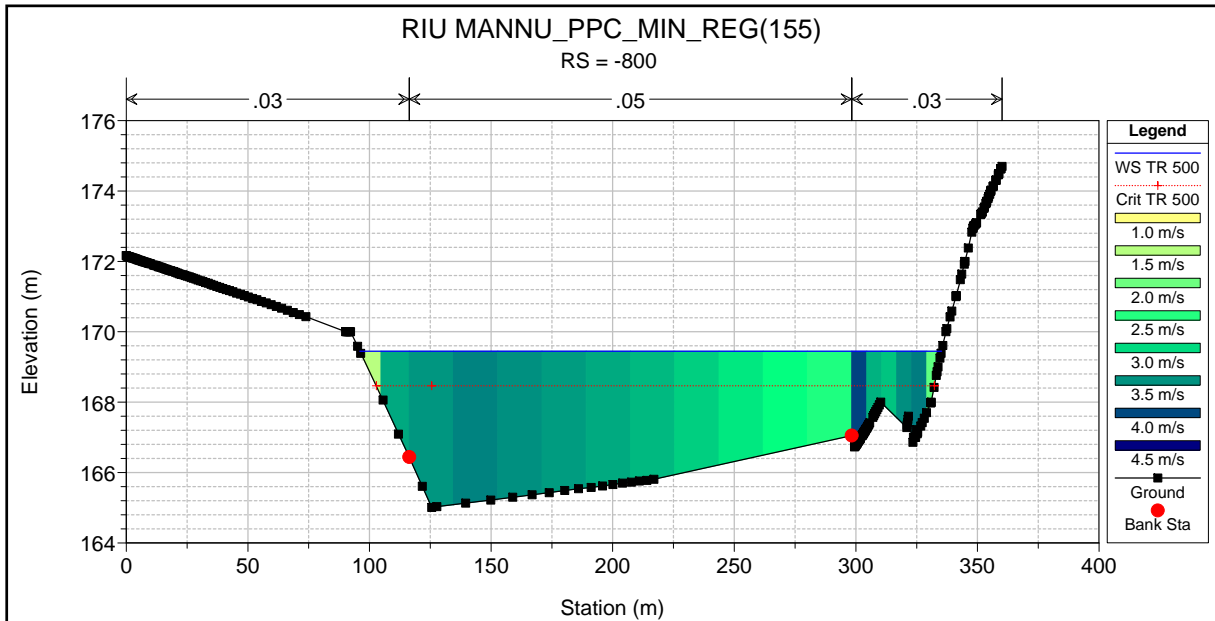
-203.0

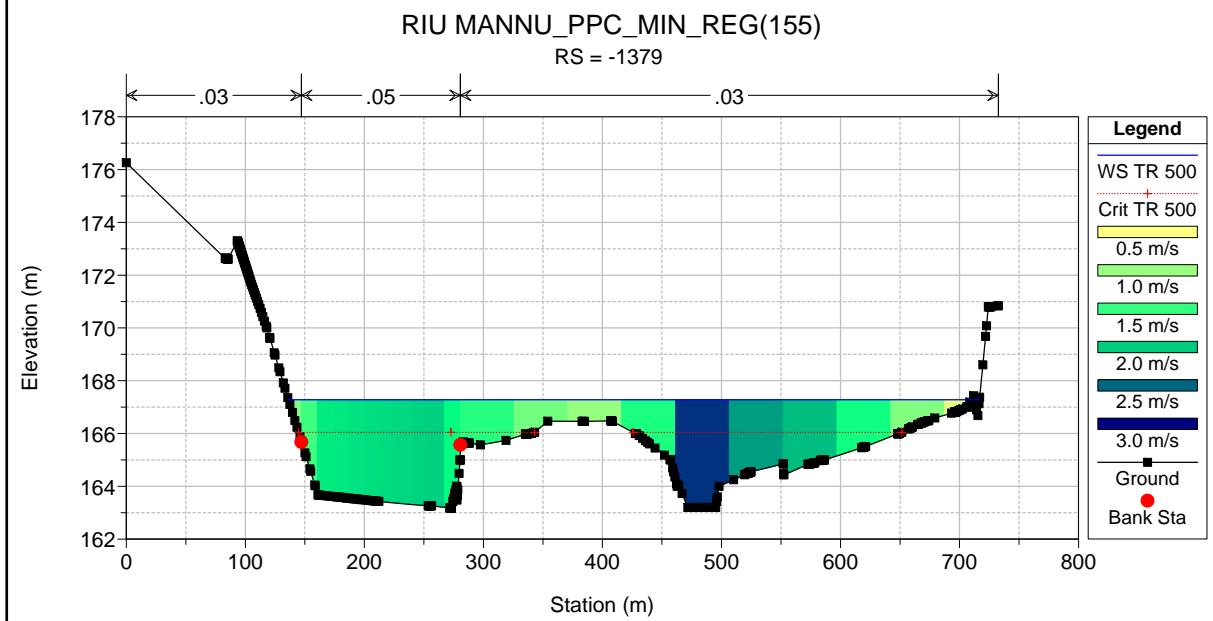
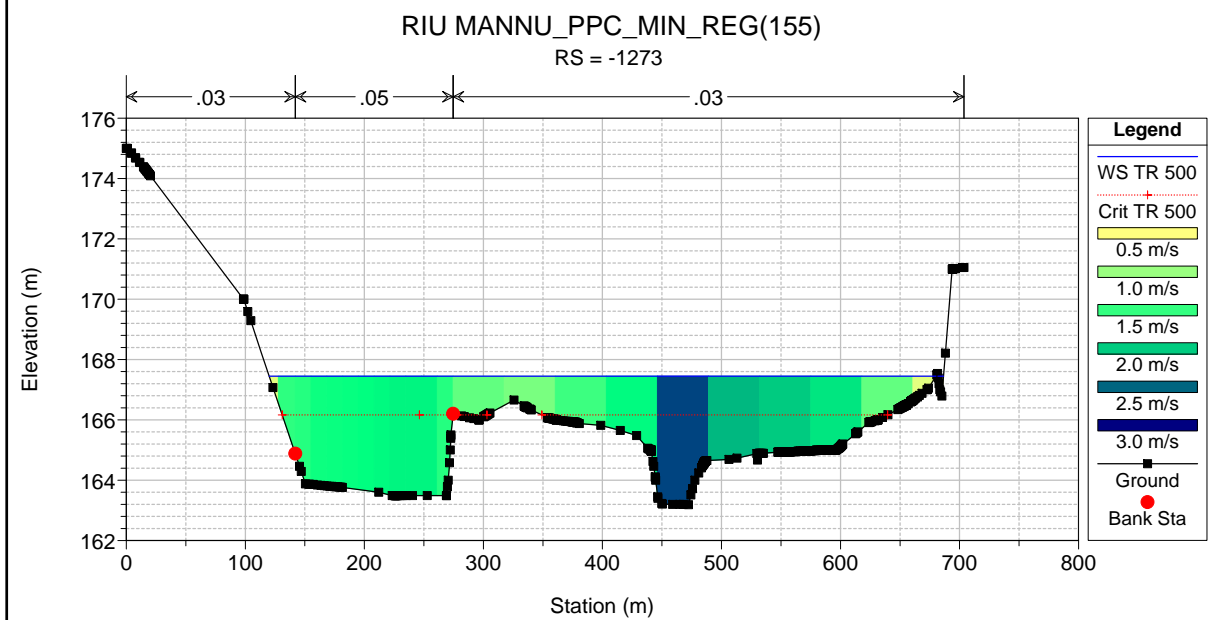
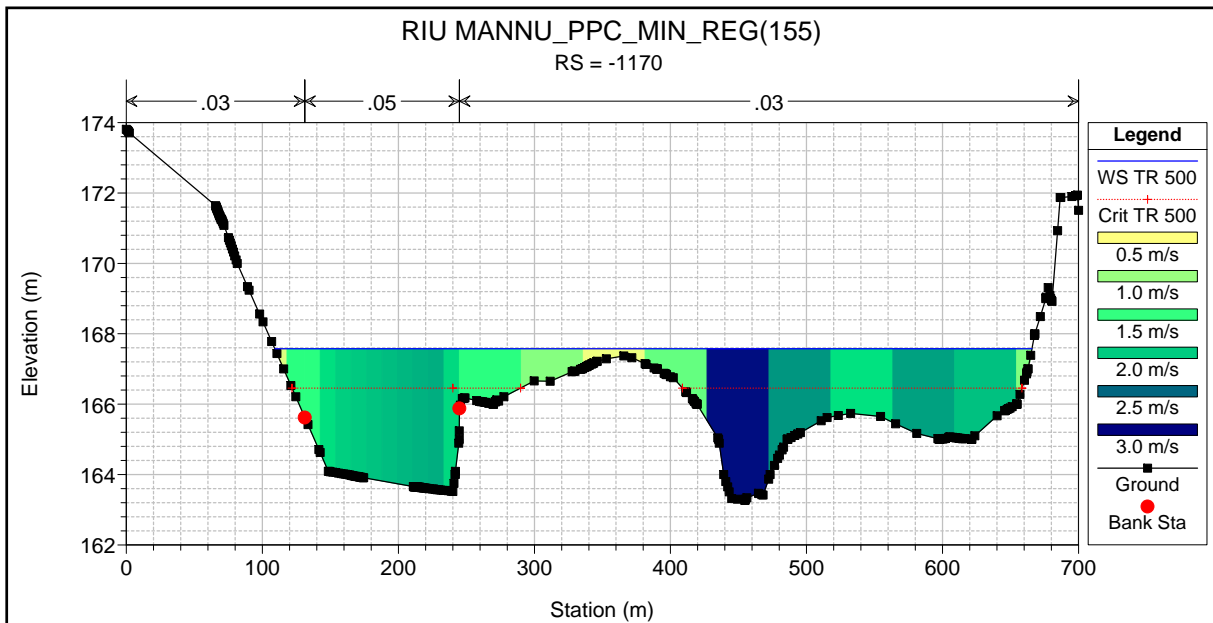
-100

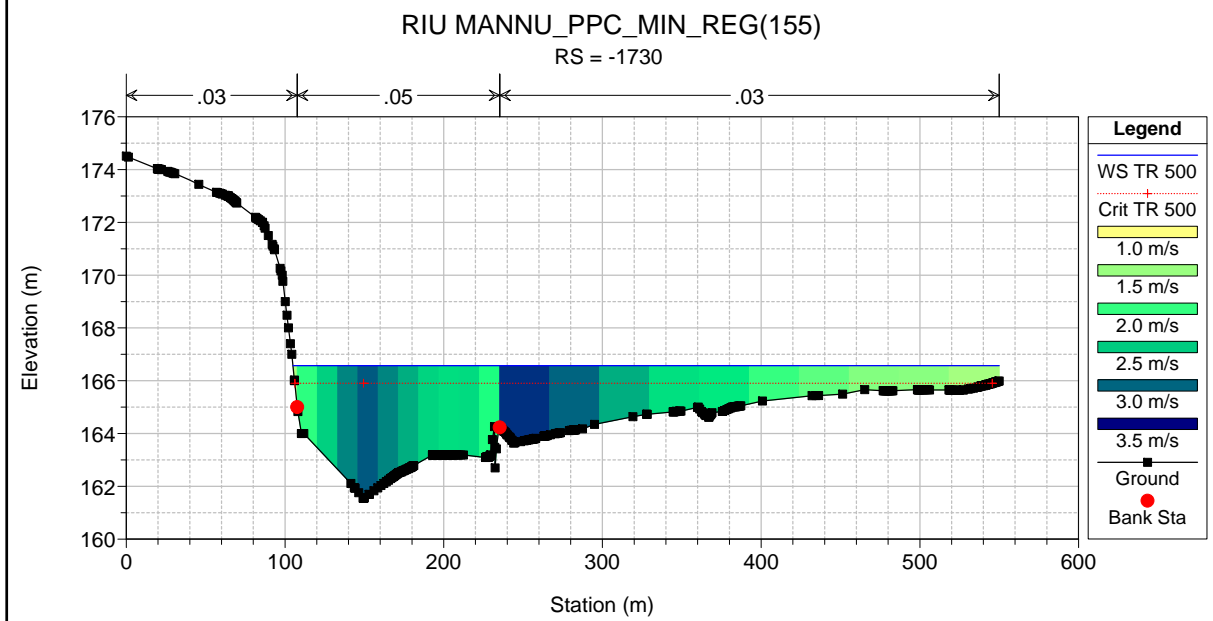
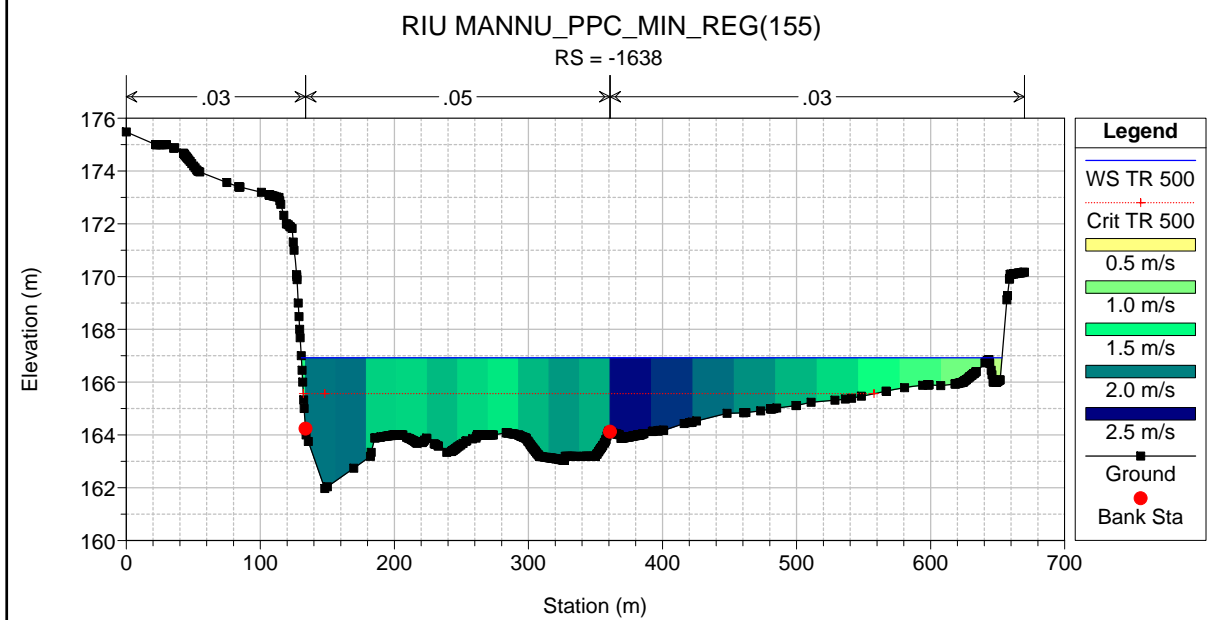
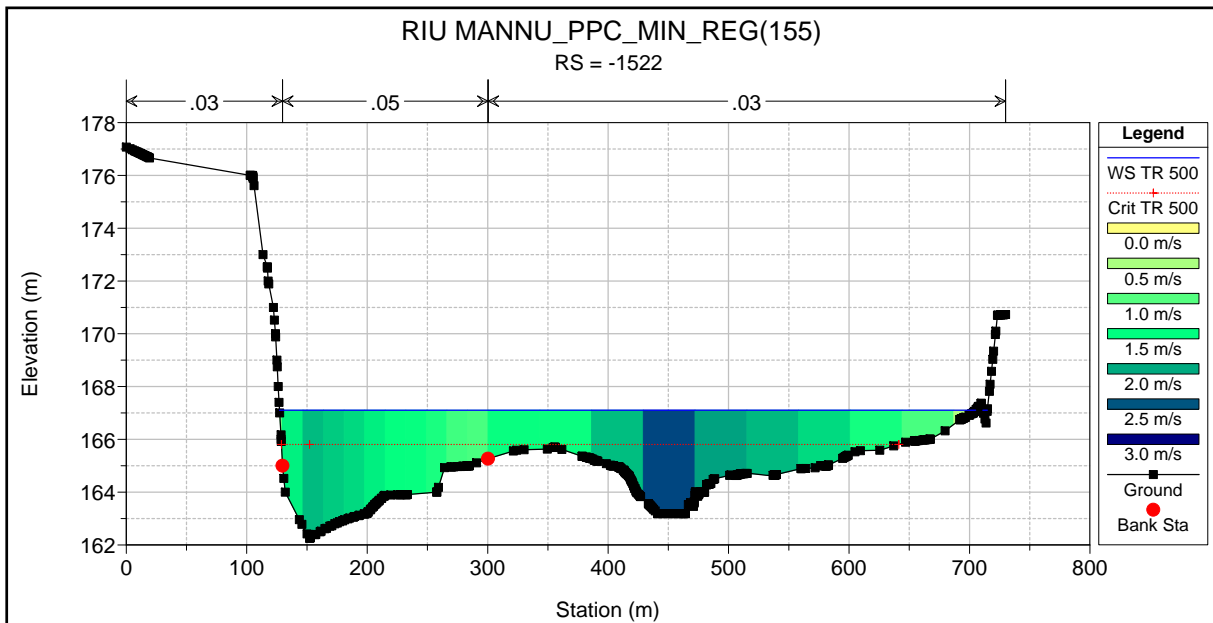
-11

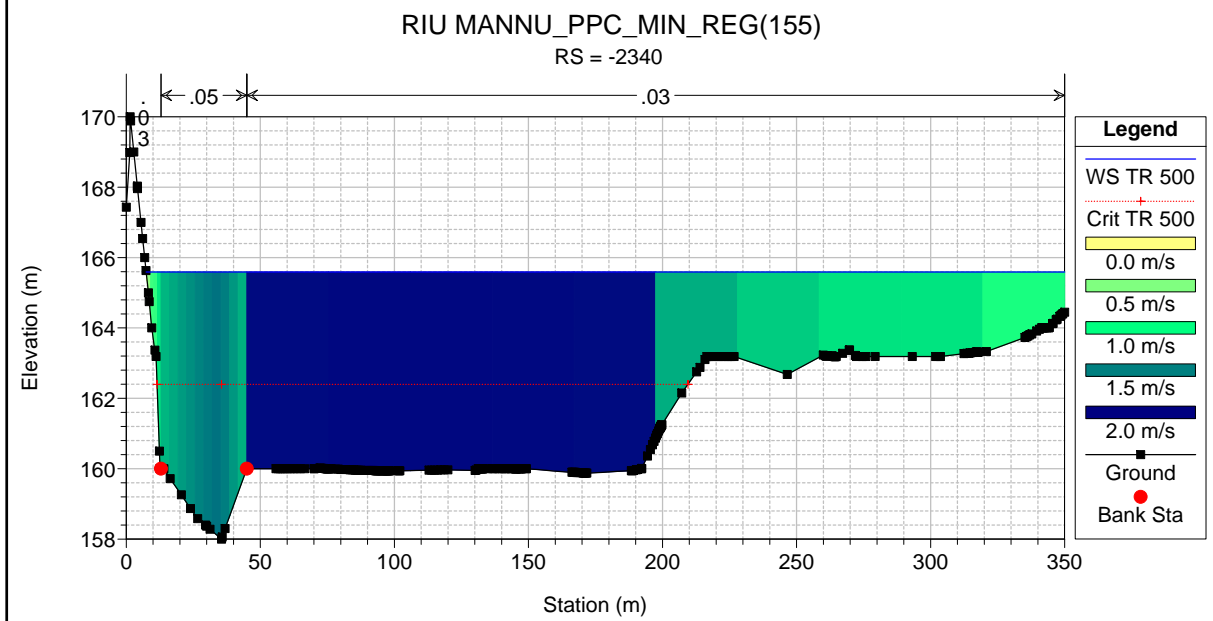
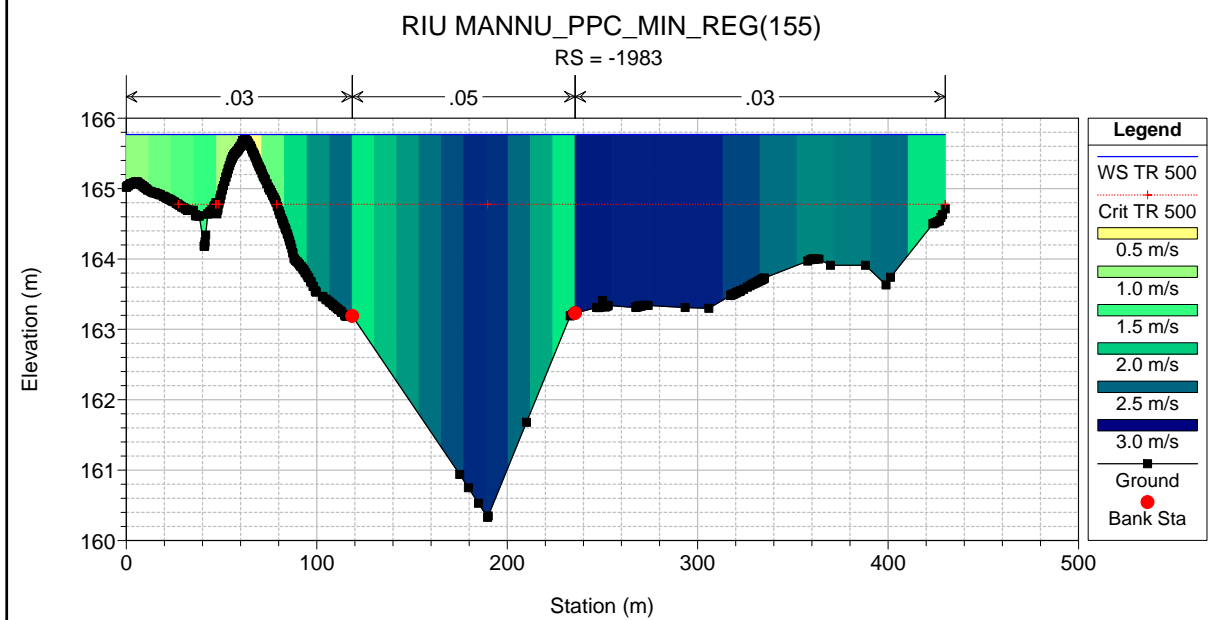
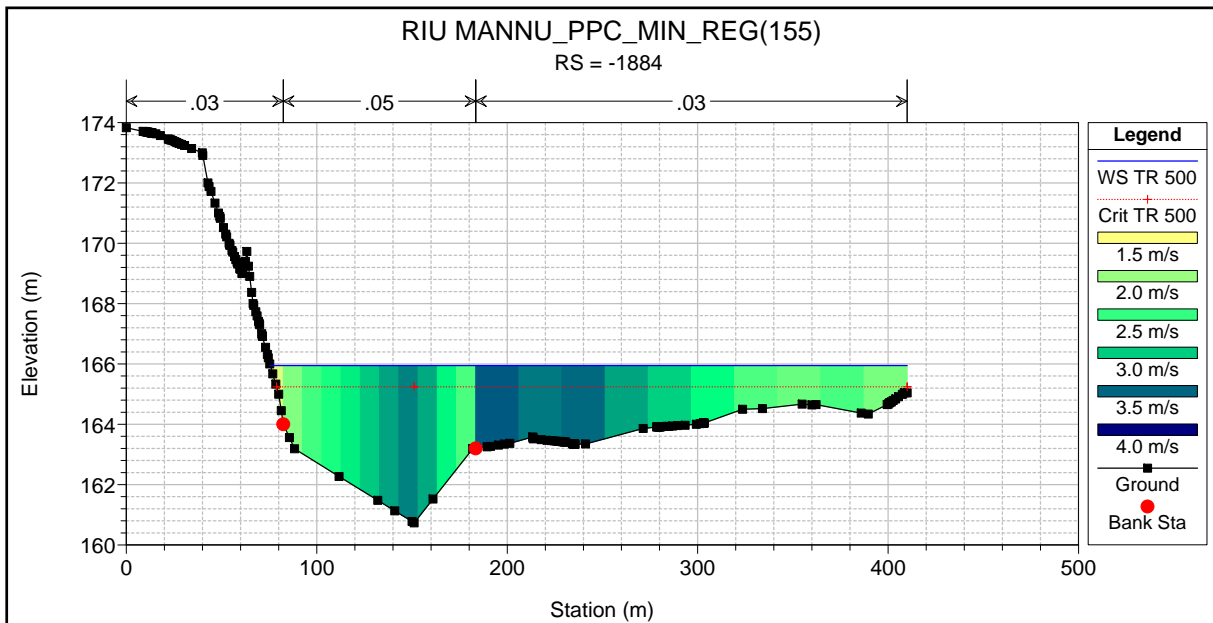


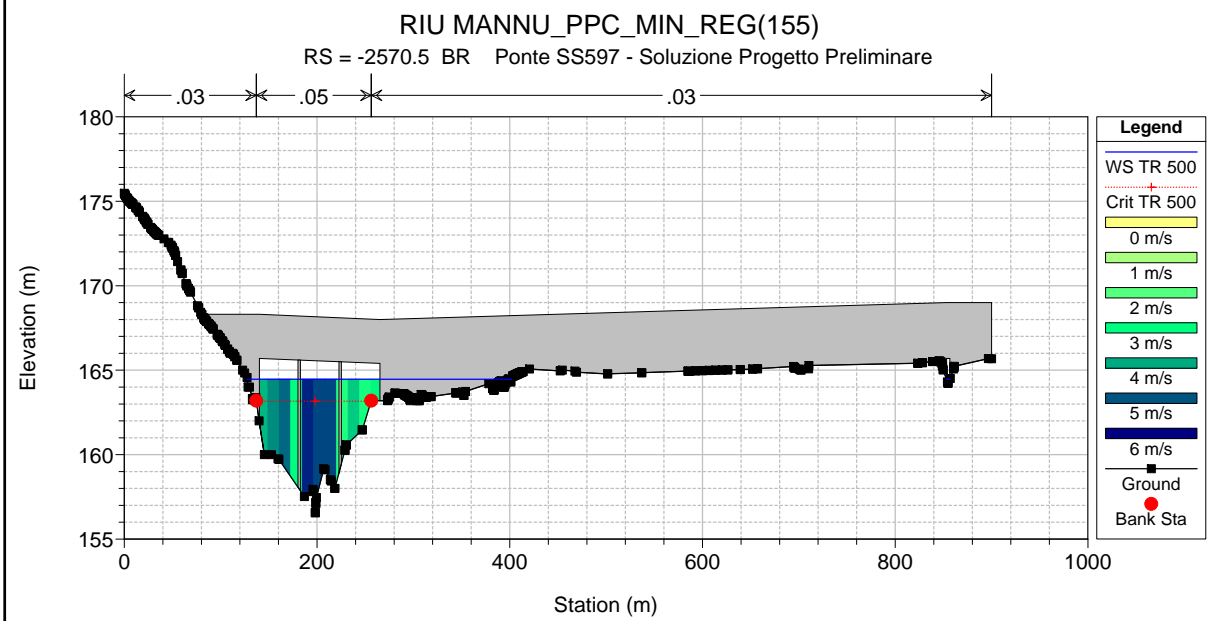
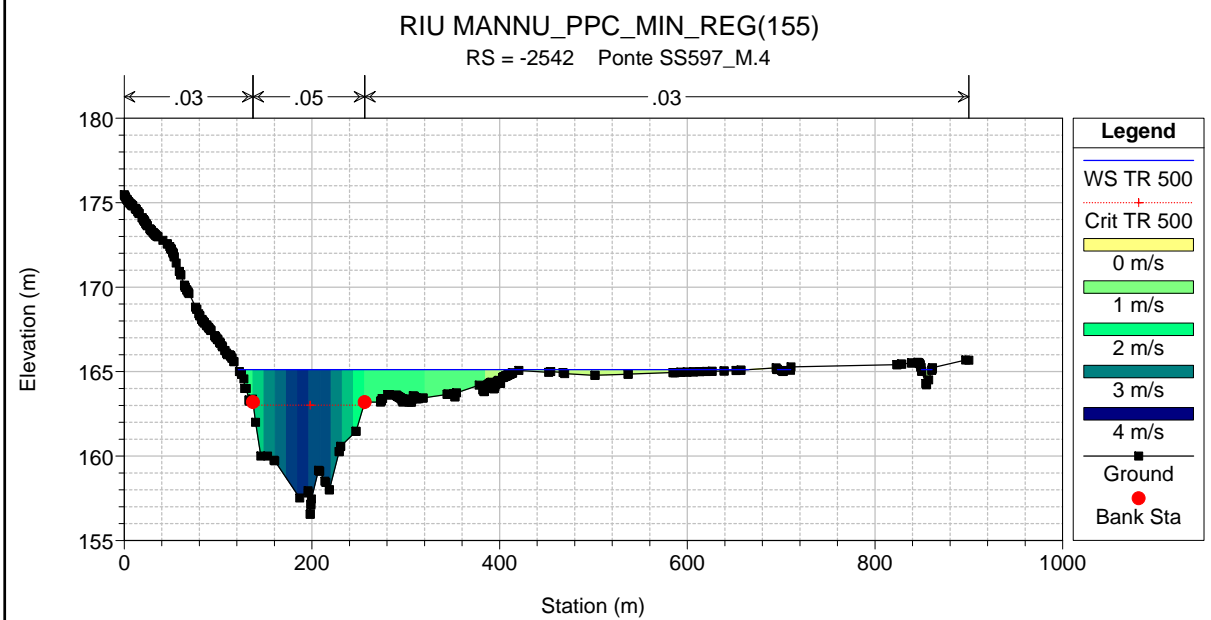
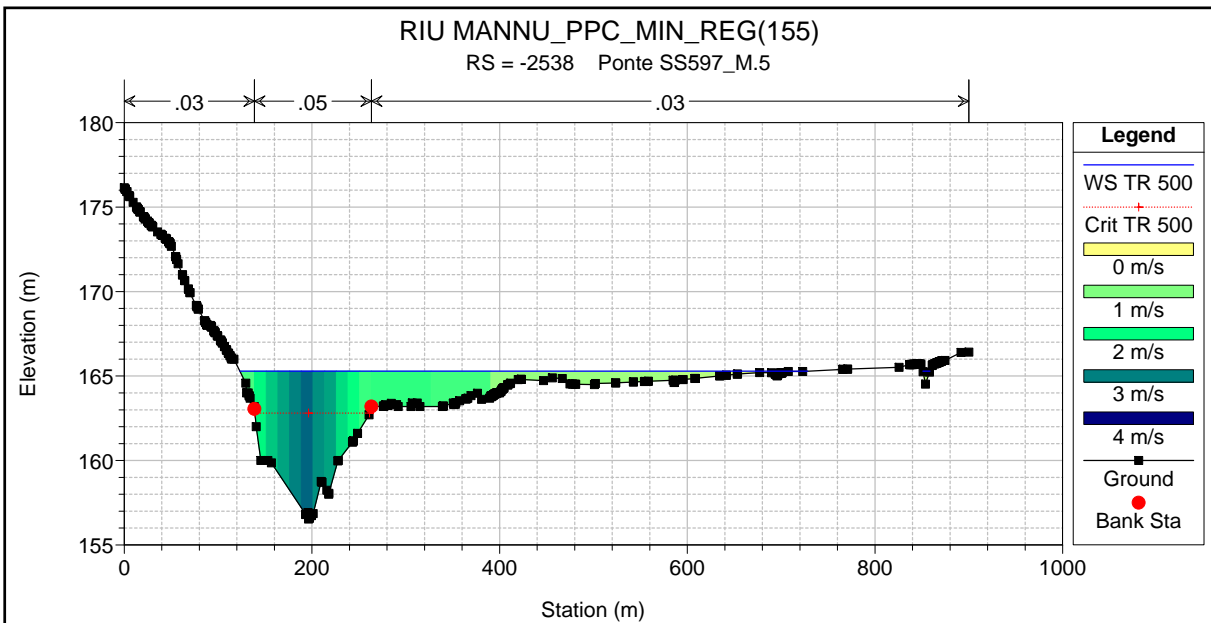


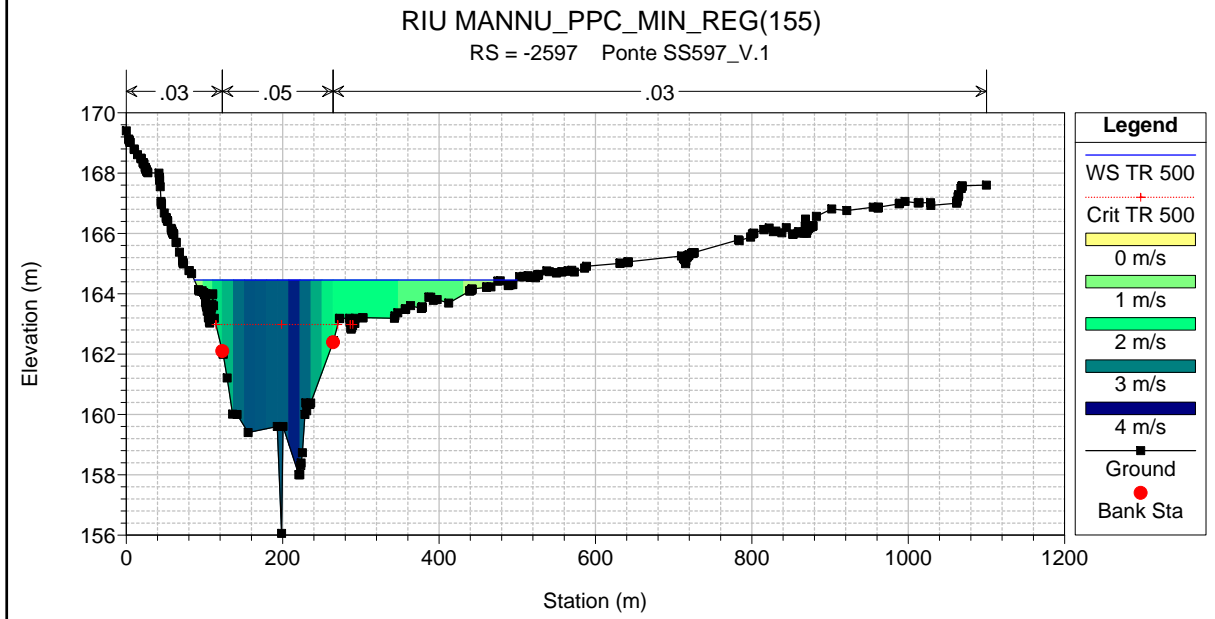
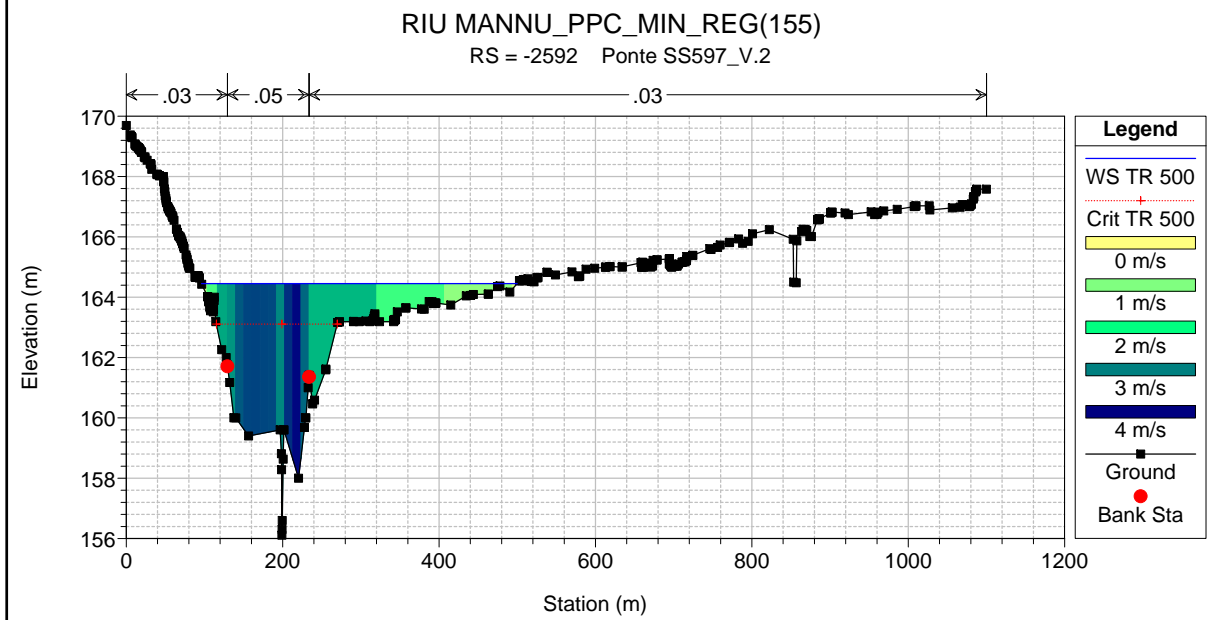
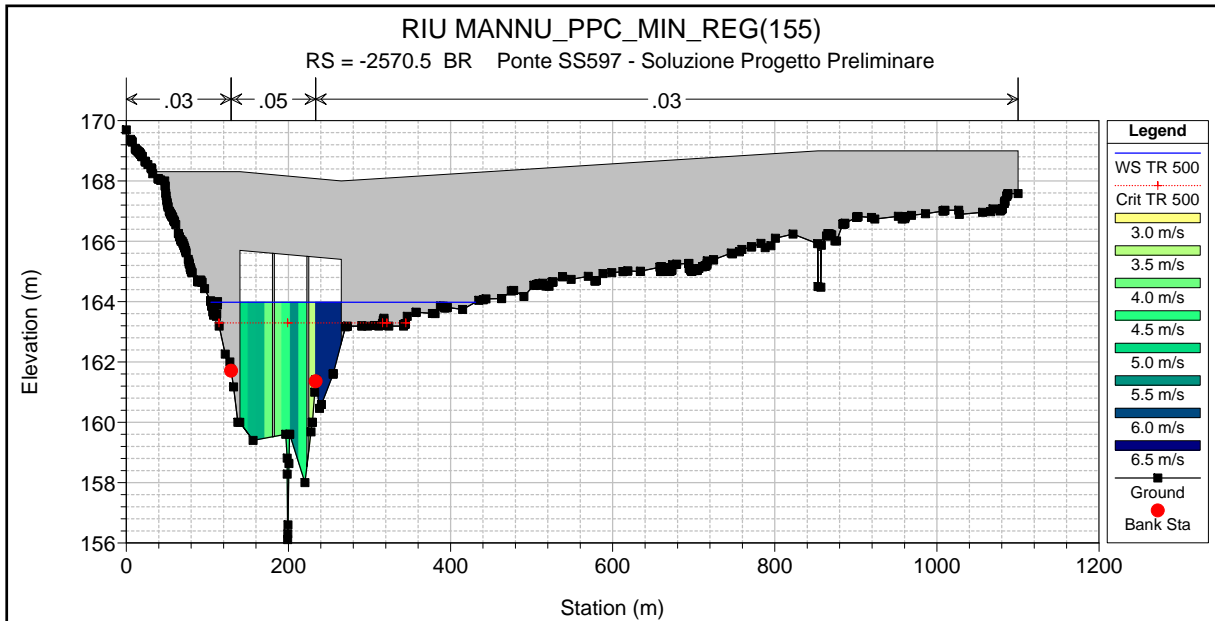


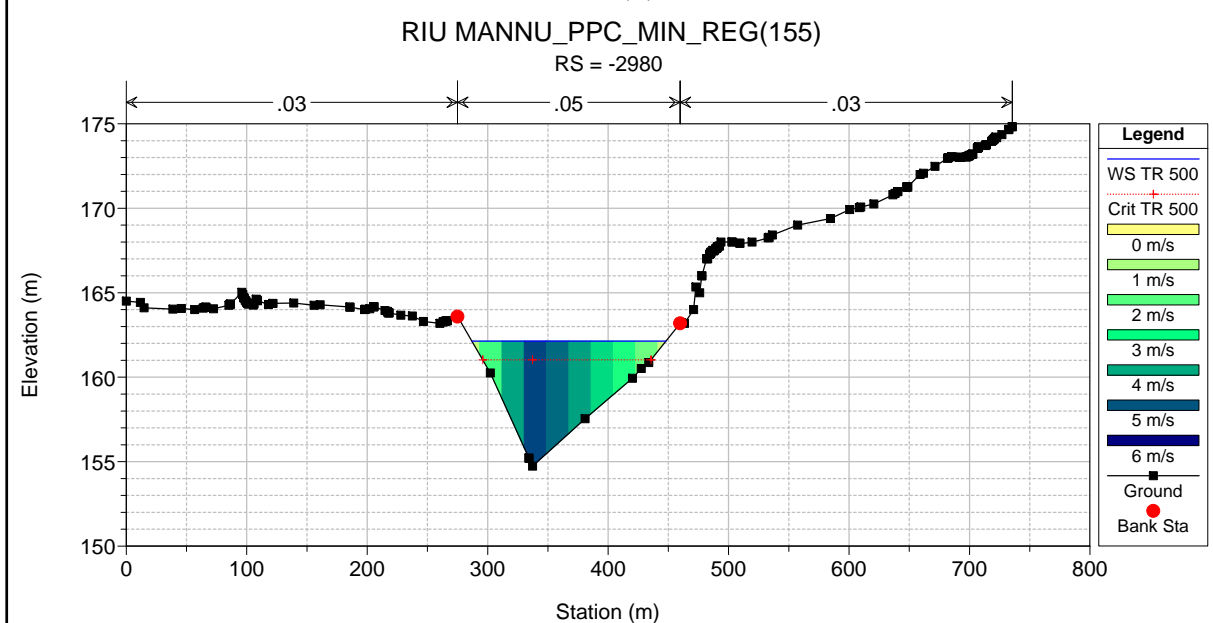
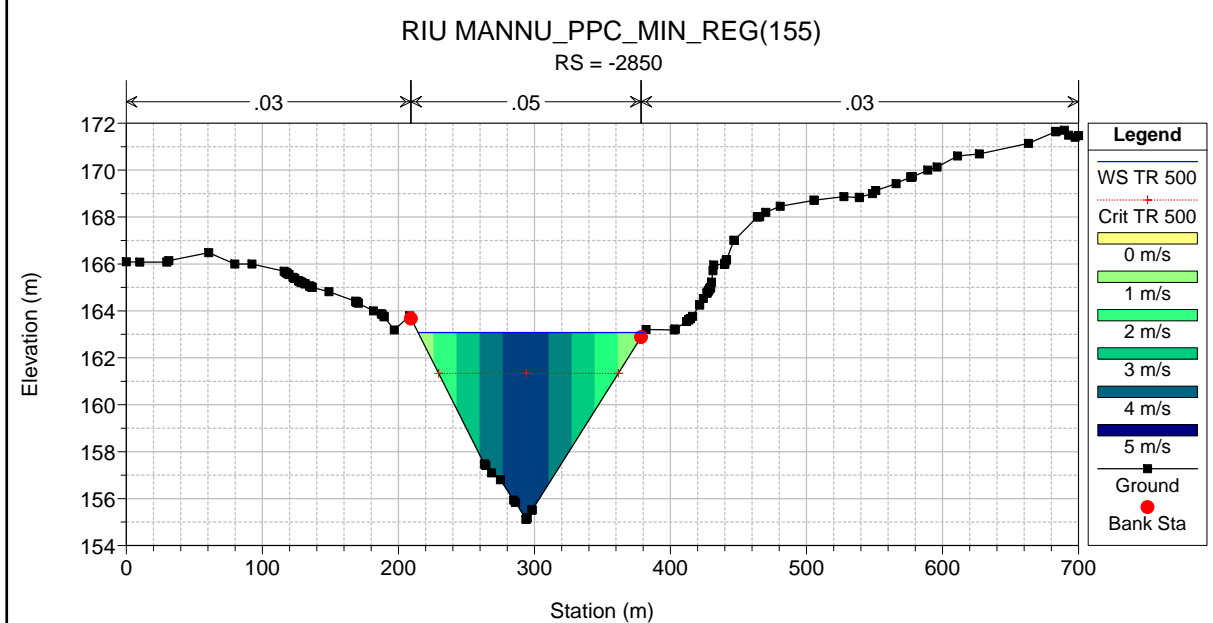
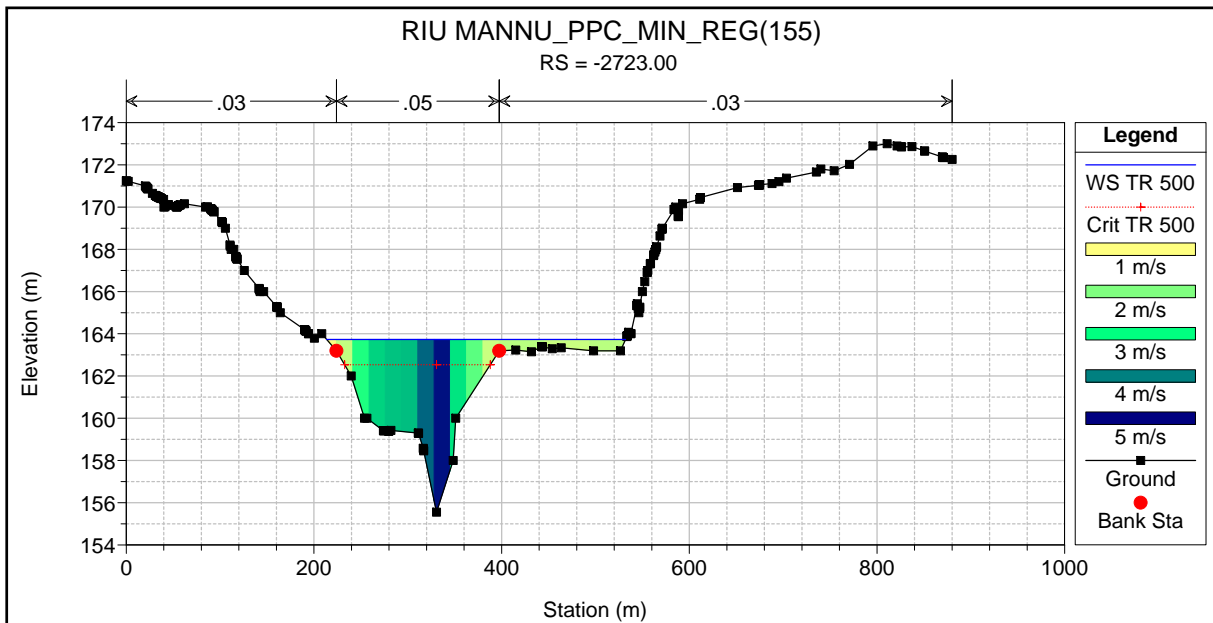






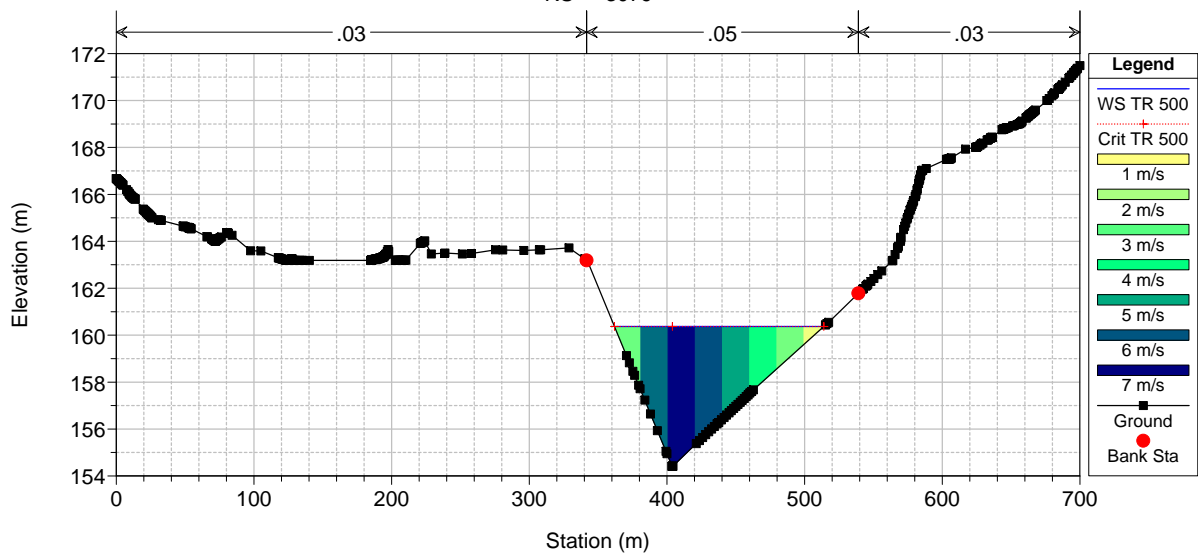






RIU MANNU_PPC_MIN_REG(155)

RS = -3079



ALLEGATO 5.3

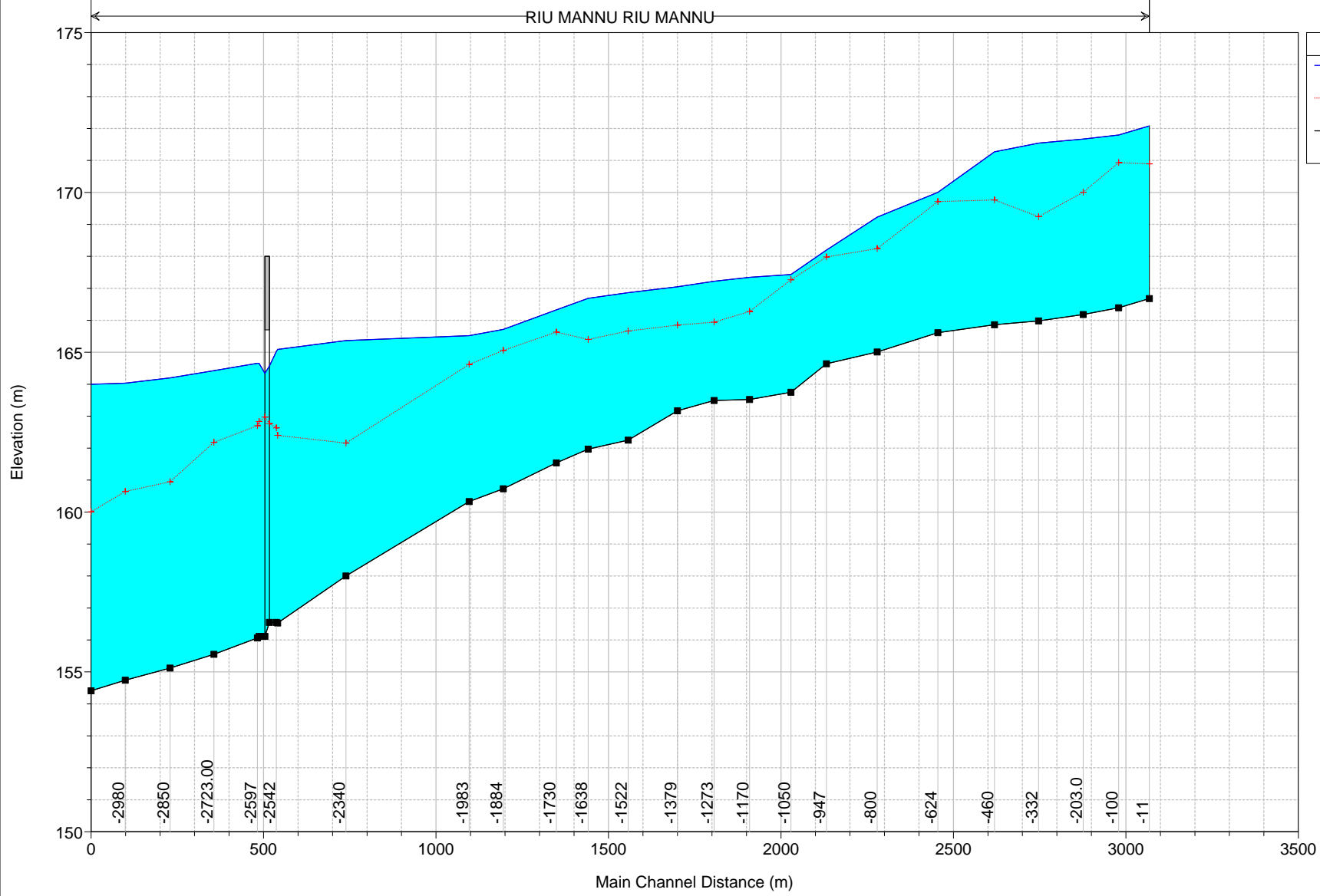
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC
Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: PPC_164 River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	291.1	2.04
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	146.3	2.93
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.56	168.20	167.98	0.22	0.64	168.83	3.2	3.5	2.5	181.4	1.76
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.68	167.43	167.27	0.16	0.65	168.06	3.6	3.5	3.1	219.3	1.61
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.07	167.34	166.28	1.06	0.33	167.54	1.9	2.0	3.3	58.3	1.93
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.03	167.22	165.94	1.28	0.28	167.37	1.7	1.7	3.5	44.7	2.16
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	3.88	167.05	165.85	1.20	0.31	167.22	1.8	1.8	3.4	54.4	2.00
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	4.62	166.87	165.67	1.20	0.27	167.01	1.5	1.7	3.1	38.6	2.19
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	4.72	166.69	165.40	1.29	0.31	166.84	1.7	1.8	3.2	49.8	2.29
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	4.79	166.33	165.63	0.70	0.44	166.63	2.6	2.4	3.4	106.7	1.93
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	4.99	165.72	165.06	0.66	0.46	166.10	2.8	2.8	3.6	121.8	2.26
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	5.19	165.52	164.62	0.90	0.38	165.79	2.3	2.3	3.7	84.6	2.16
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	7.37	165.37	162.16	3.21	0.16	165.48	1.3	1.5	6.4	22.6	4.03
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	155.53	8.56	165.09	162.40	2.69	0.32	165.34	2.4	2.0	5.6	80.1	1.96
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	8.47	165.02	162.63	2.39	0.36	165.33	2.6	2.3	5.4	96.1	1.78
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	8.54	164.65	162.83	1.82	0.37	164.94	2.6	2.2	4.9	101.0	2.11
RIU MANNU	-2597	TR 200	2076.0	156.06	8.59	164.65	162.70	1.95	0.36	164.93	2.5	2.2	4.6	91.2	2.15
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	8.87	164.42	162.18	2.24	0.35	164.68	2.3	2.2	4.4	81.0	2.68
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	9.08	164.20	160.95	3.25	0.32	164.47	2.3	2.2	5.1	75.7	3.77
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	9.29	164.03	160.65	3.38	0.31	164.27	2.2	2.1	5.1	67.6	3.56
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	9.59	164.00	160.01	3.99	0.23	164.15	1.7	1.6	5.6	41.5	2.71

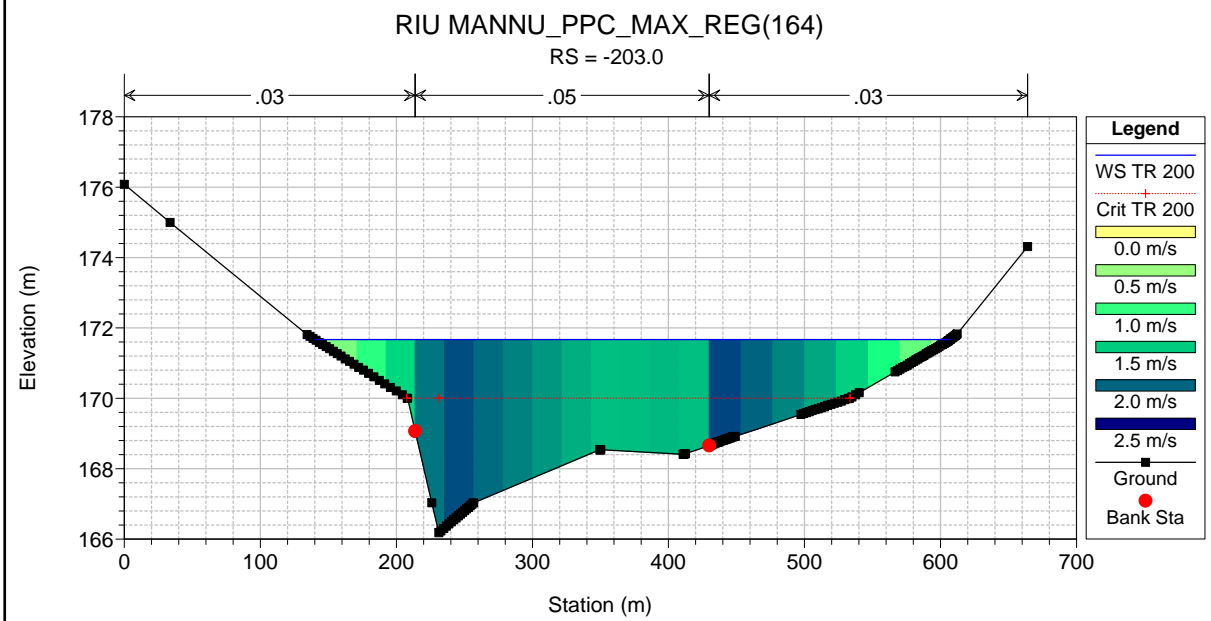
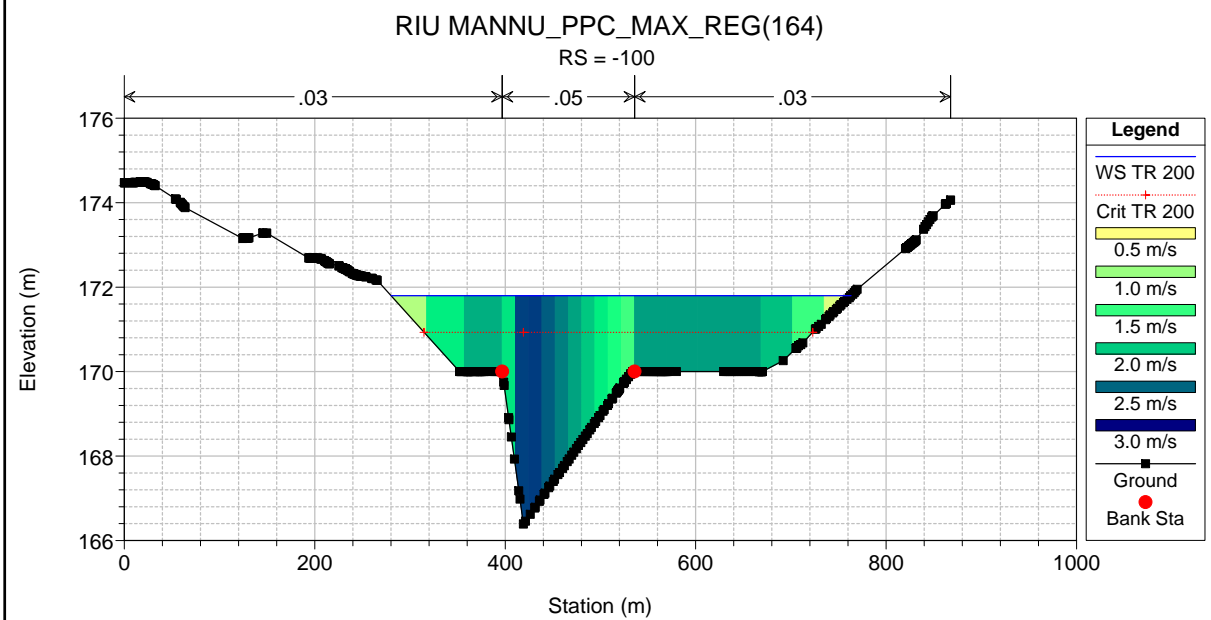
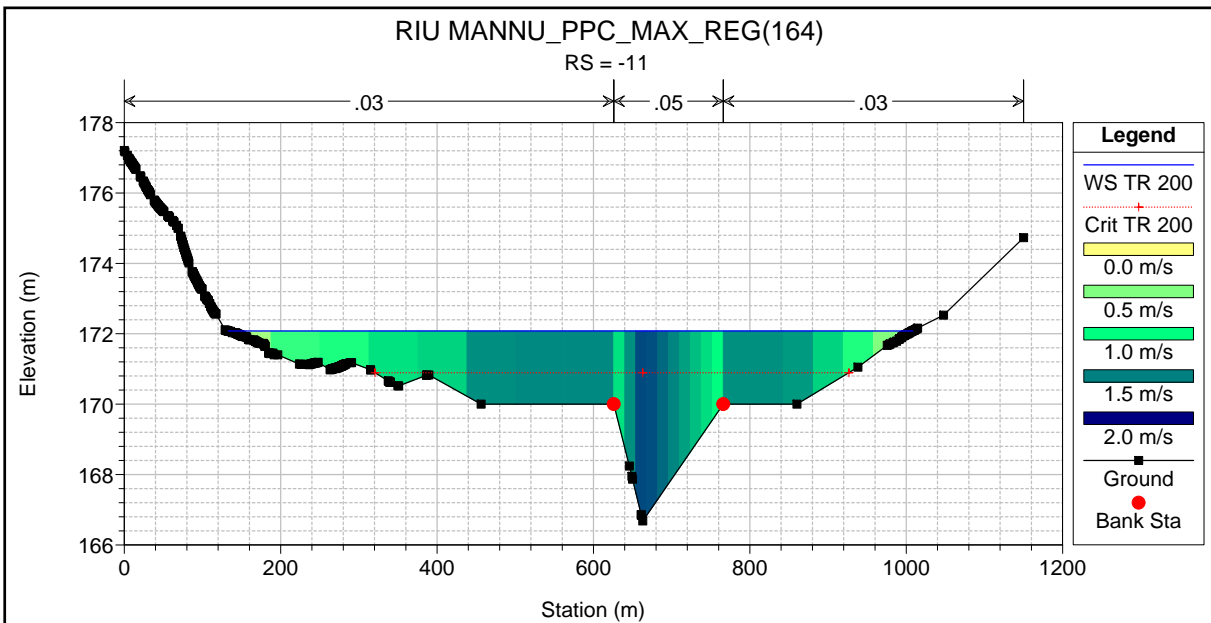
RIU MANNU_PPC_MAX_REG(164)

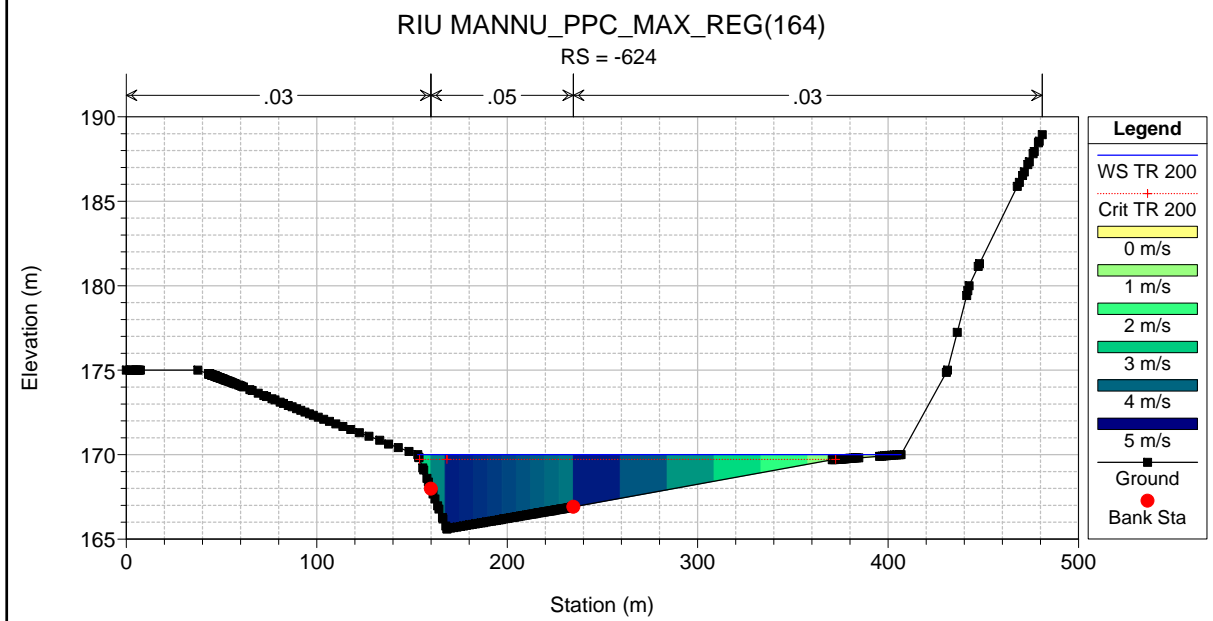
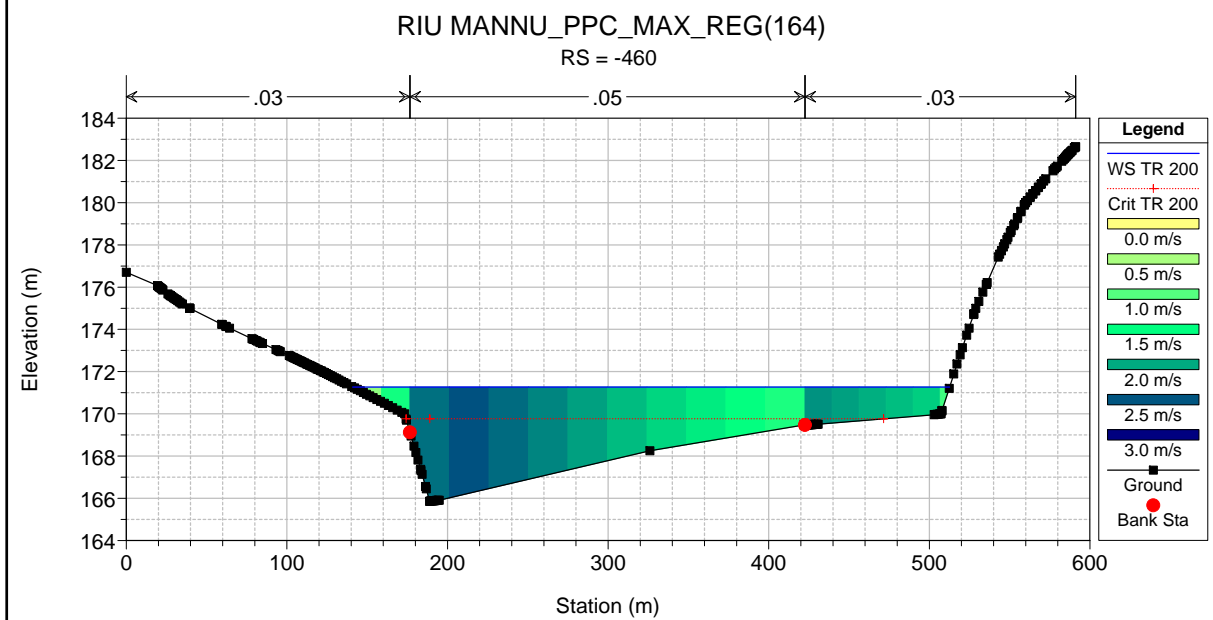
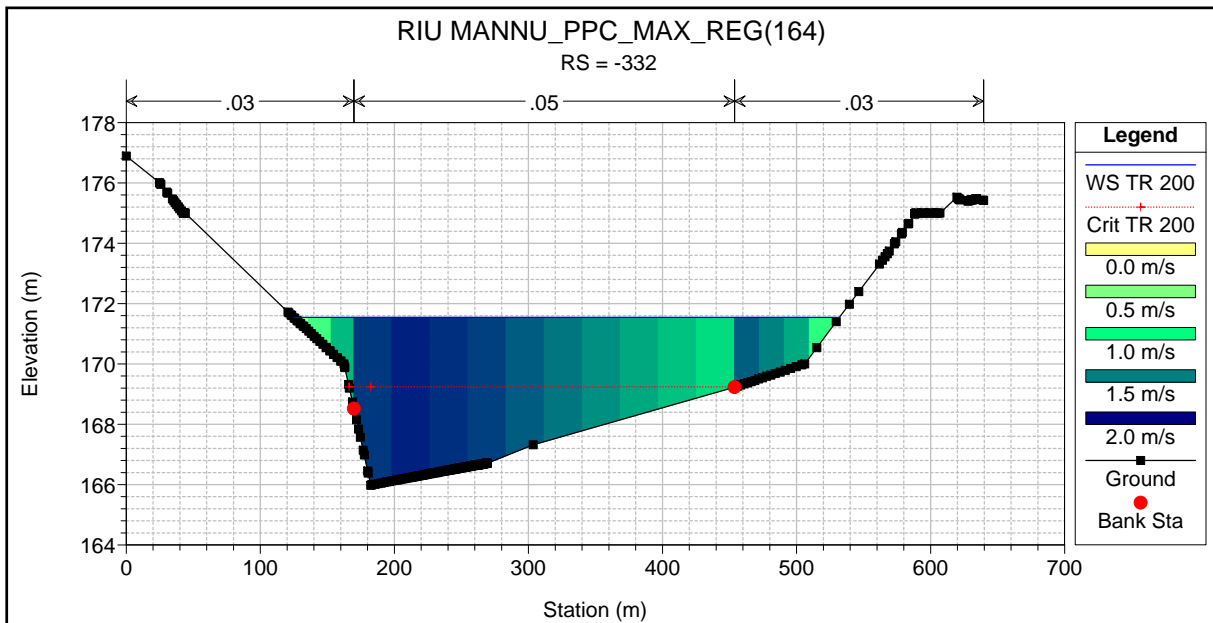
RIU MANNU RIU MANNU

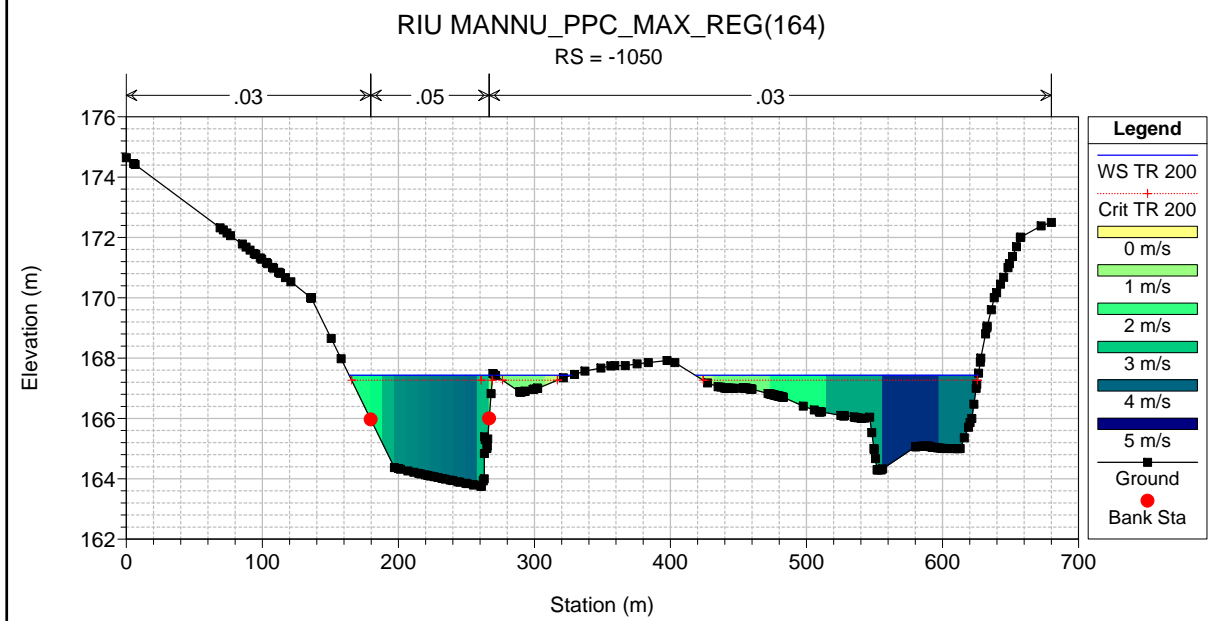
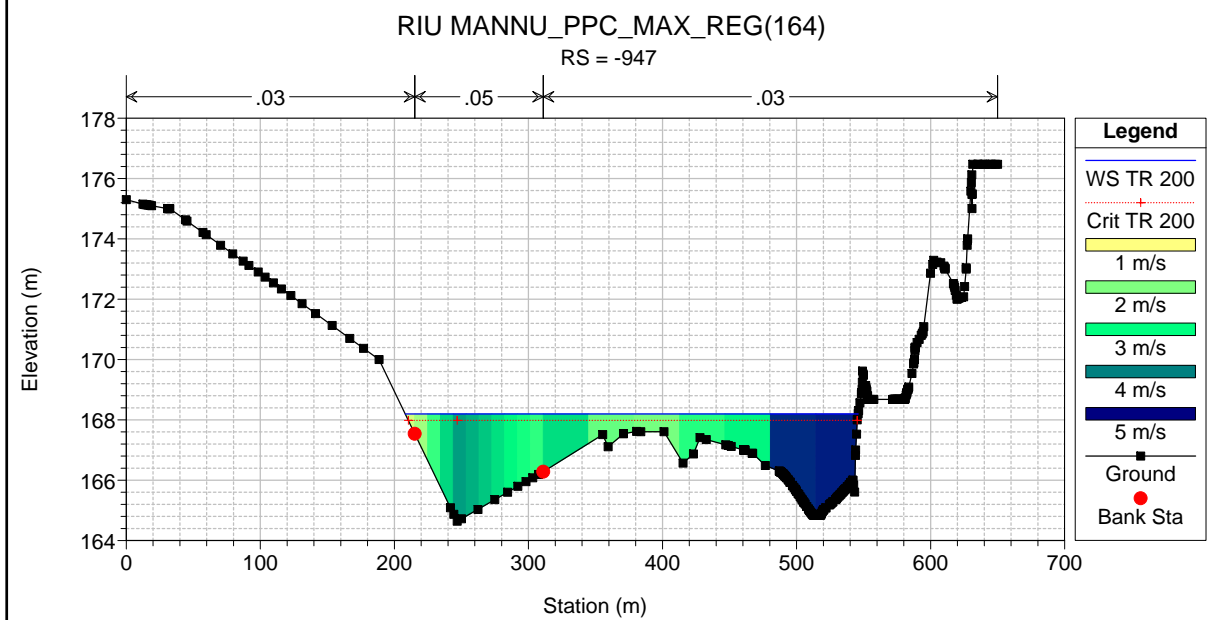
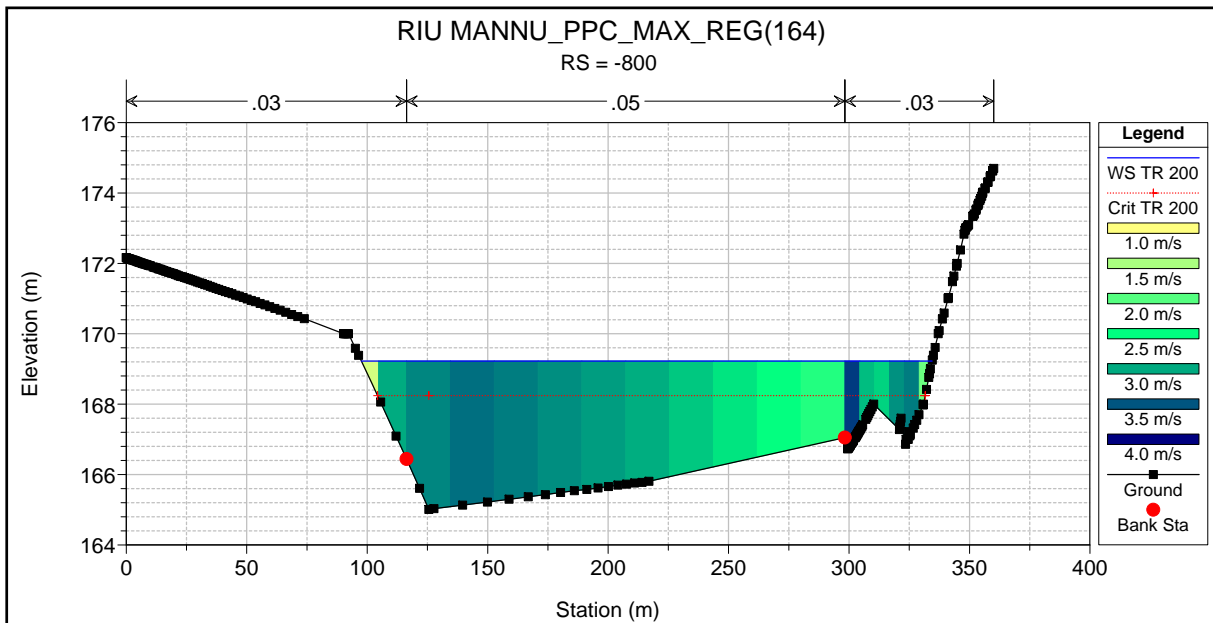


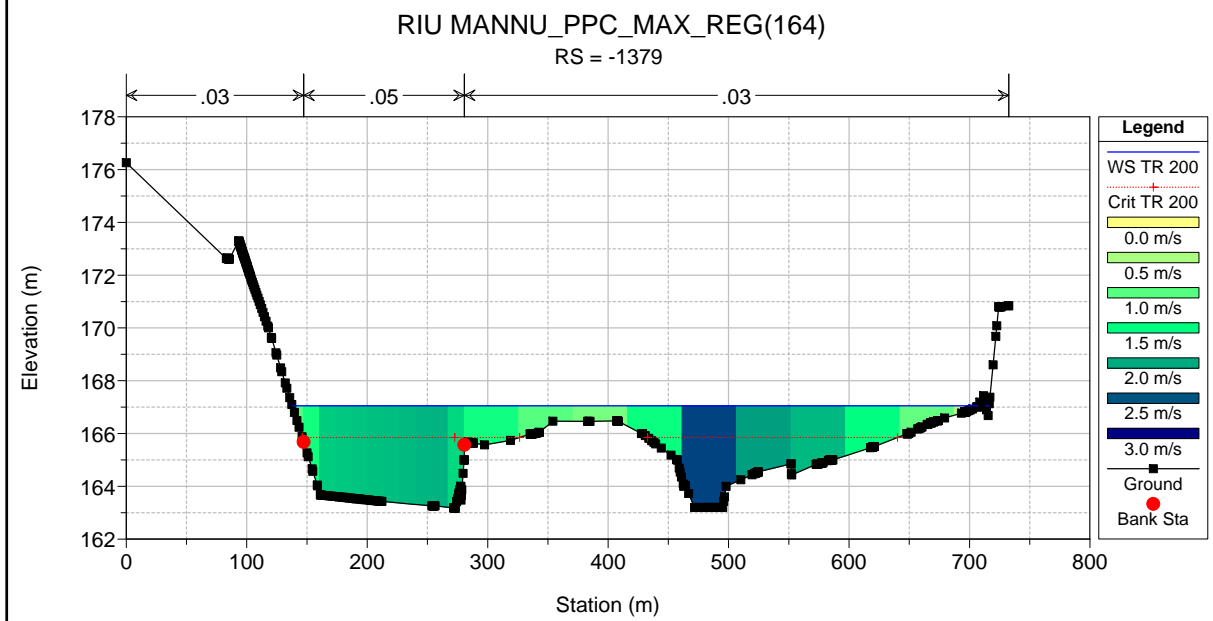
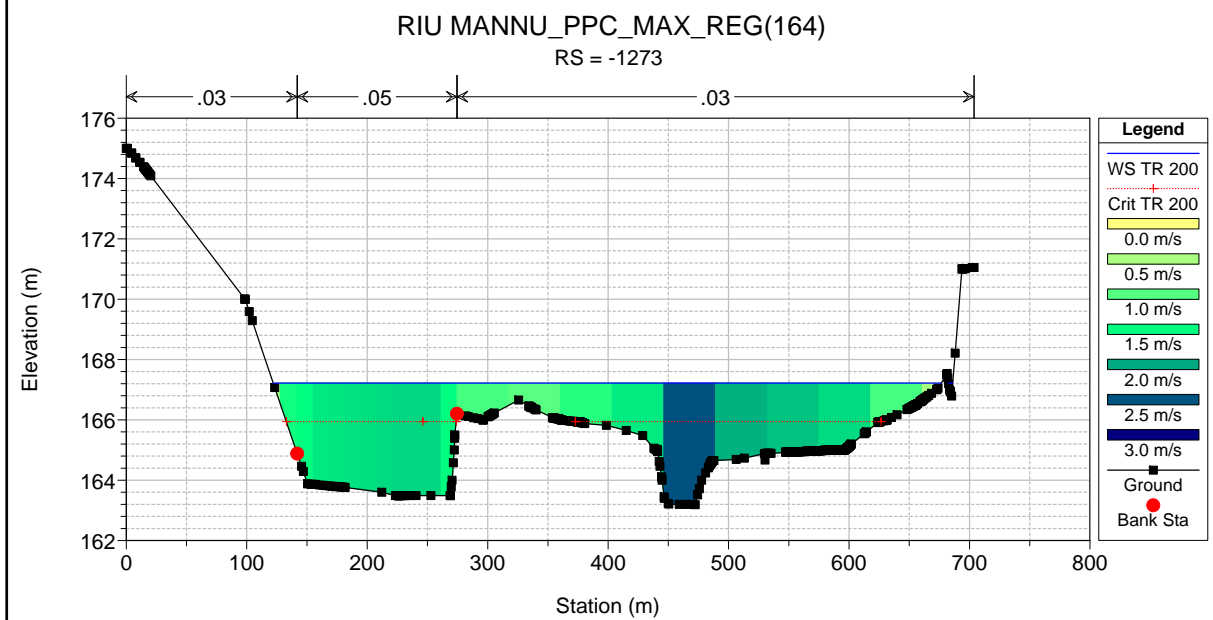
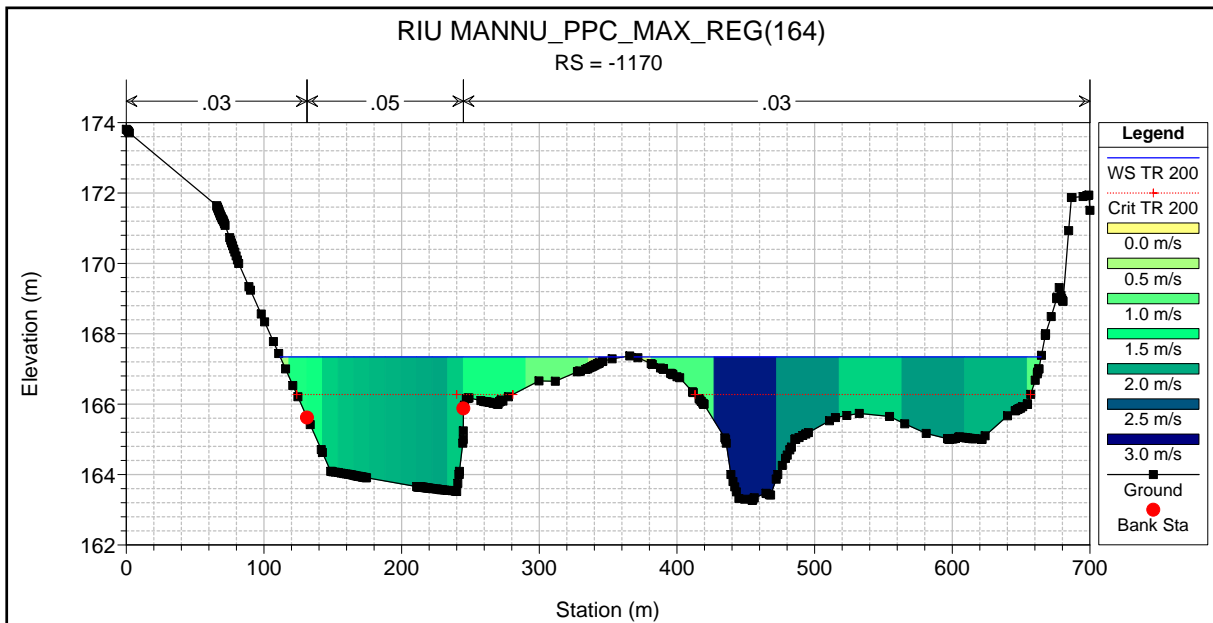
Legend

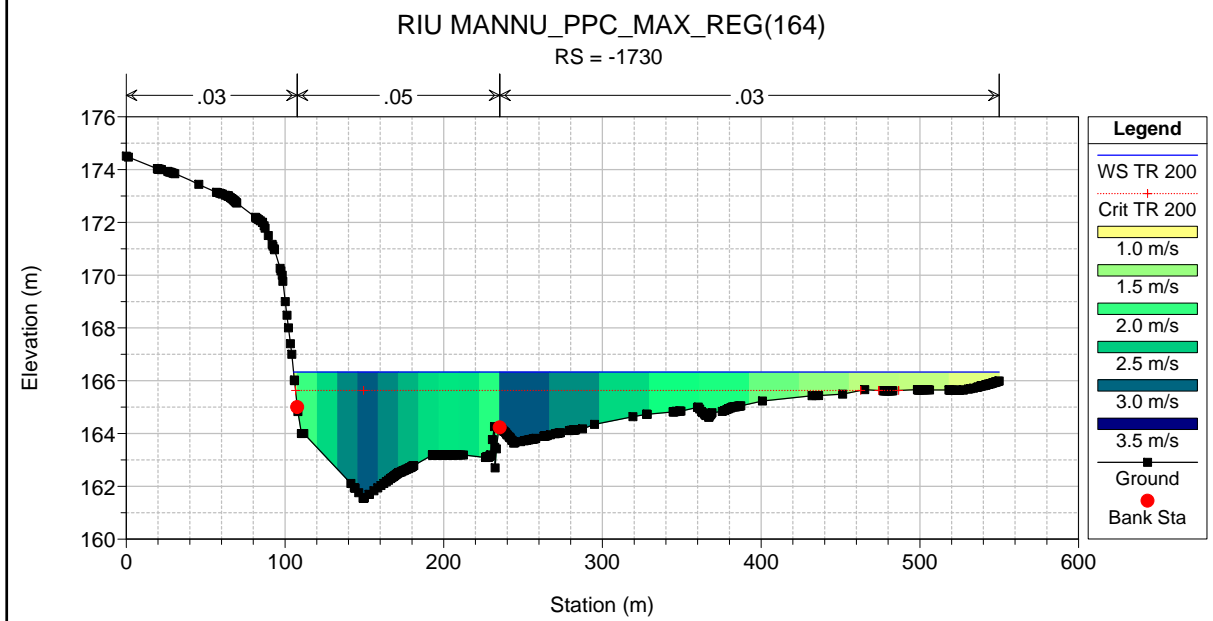
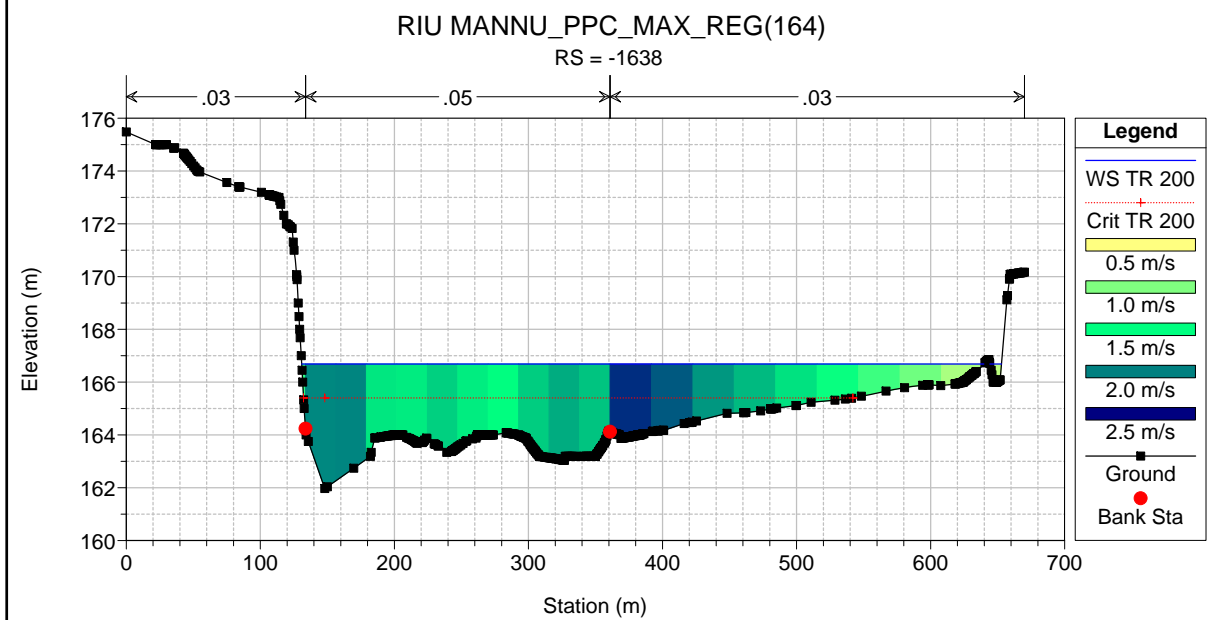
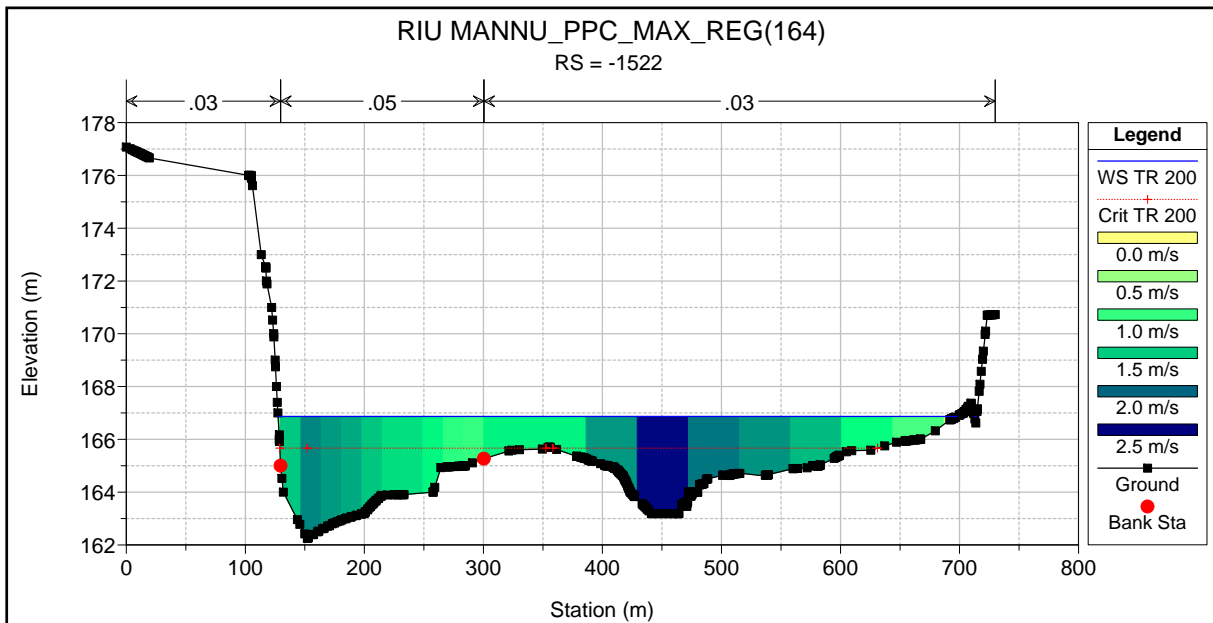
- WS TR 200
- Crit TR 200
- Ground

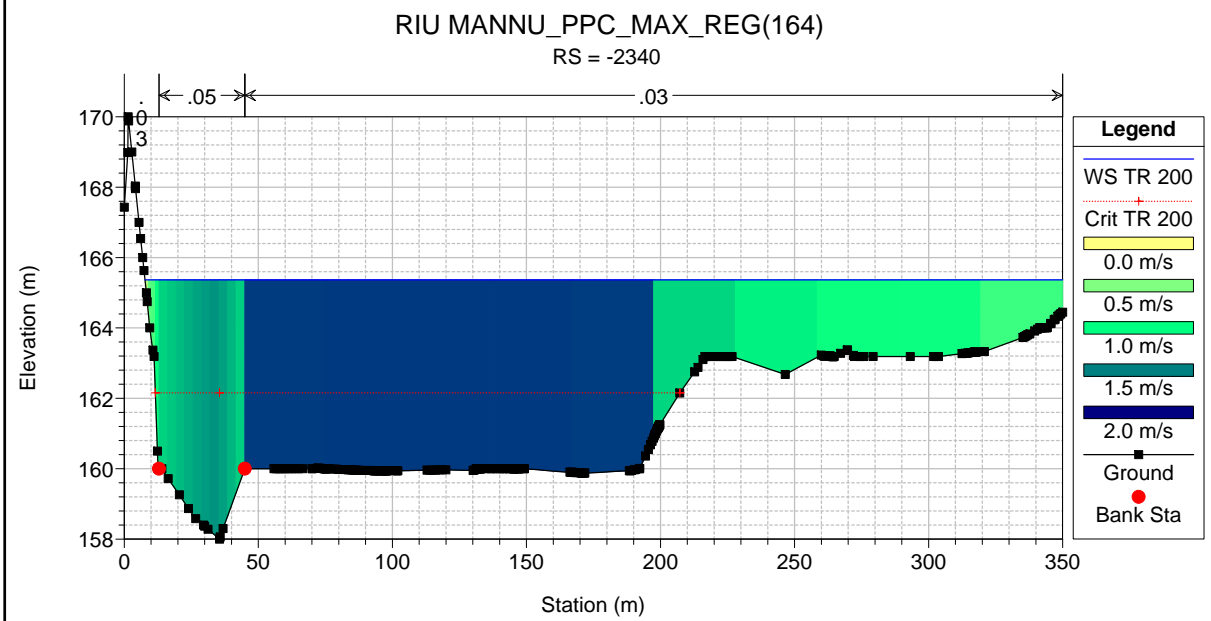
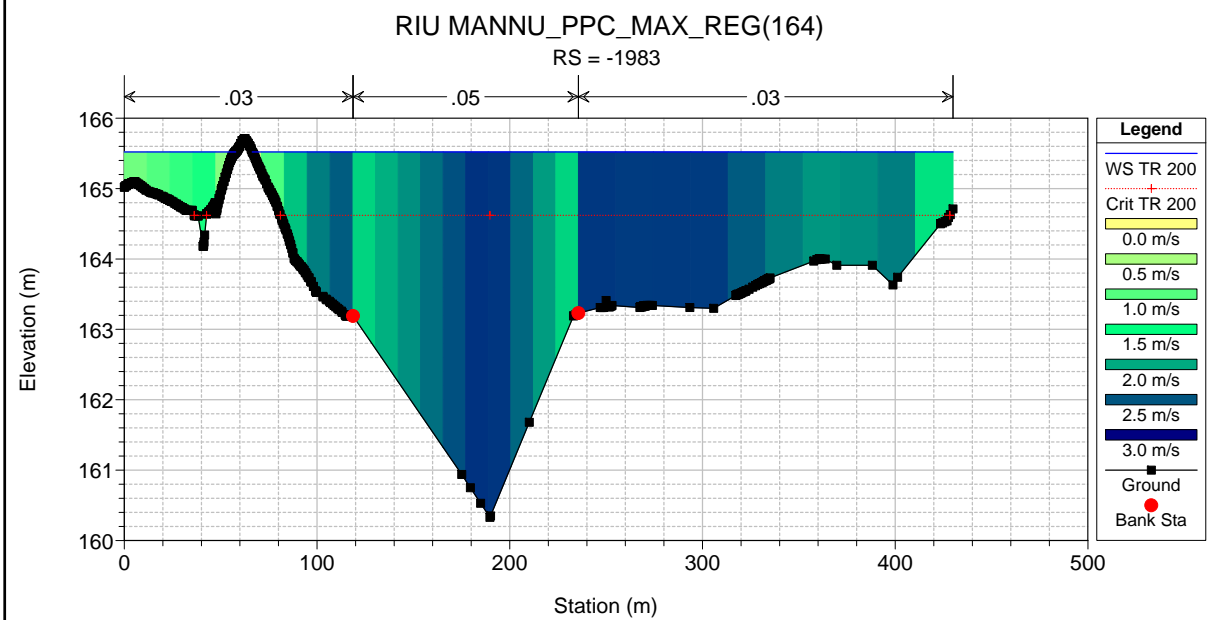
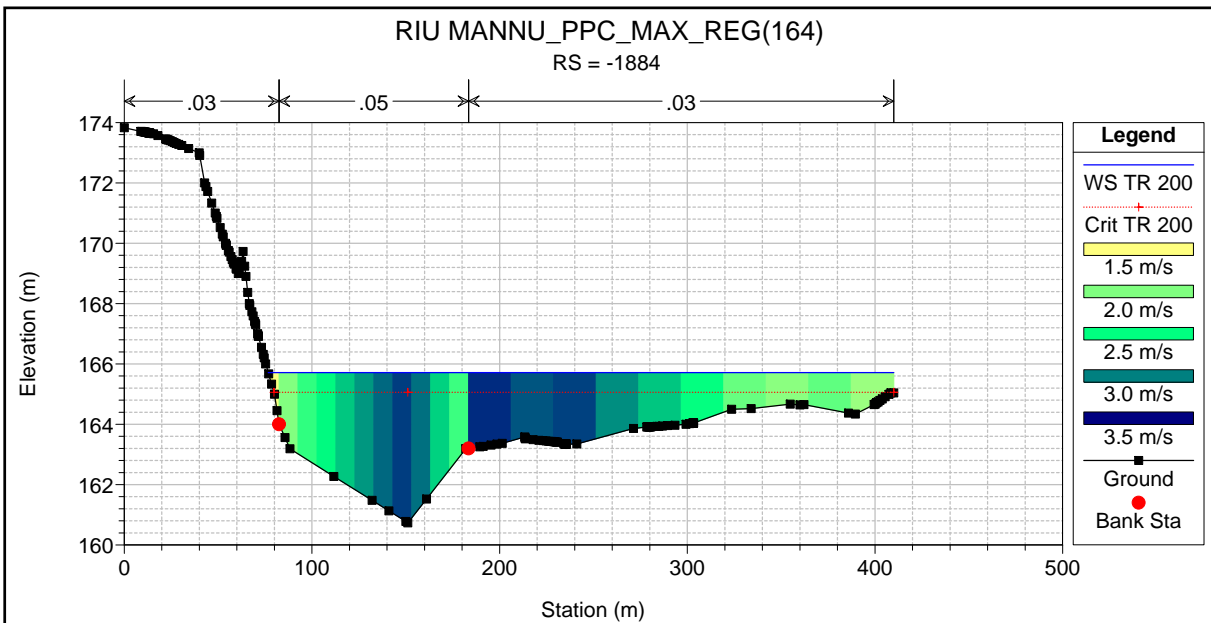


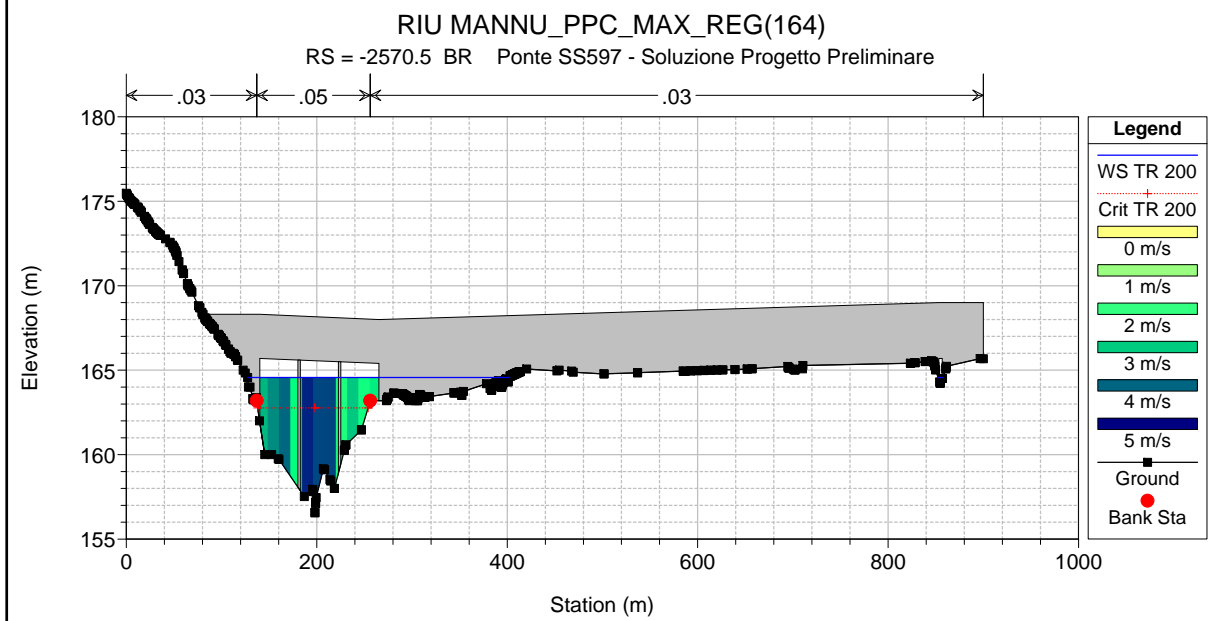
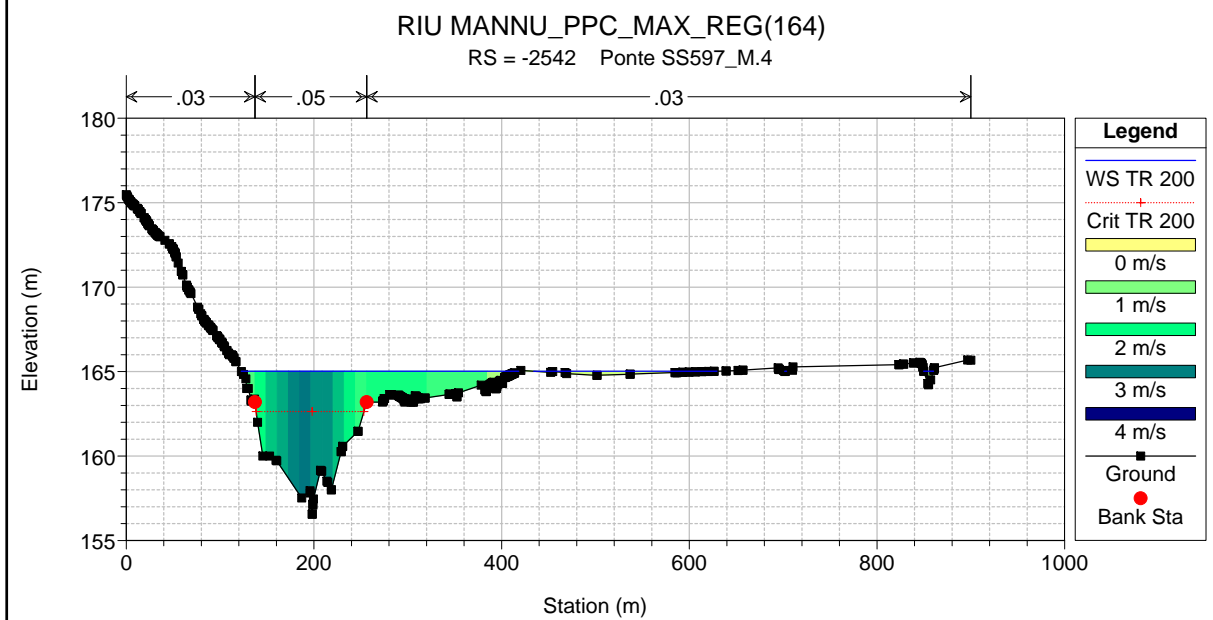
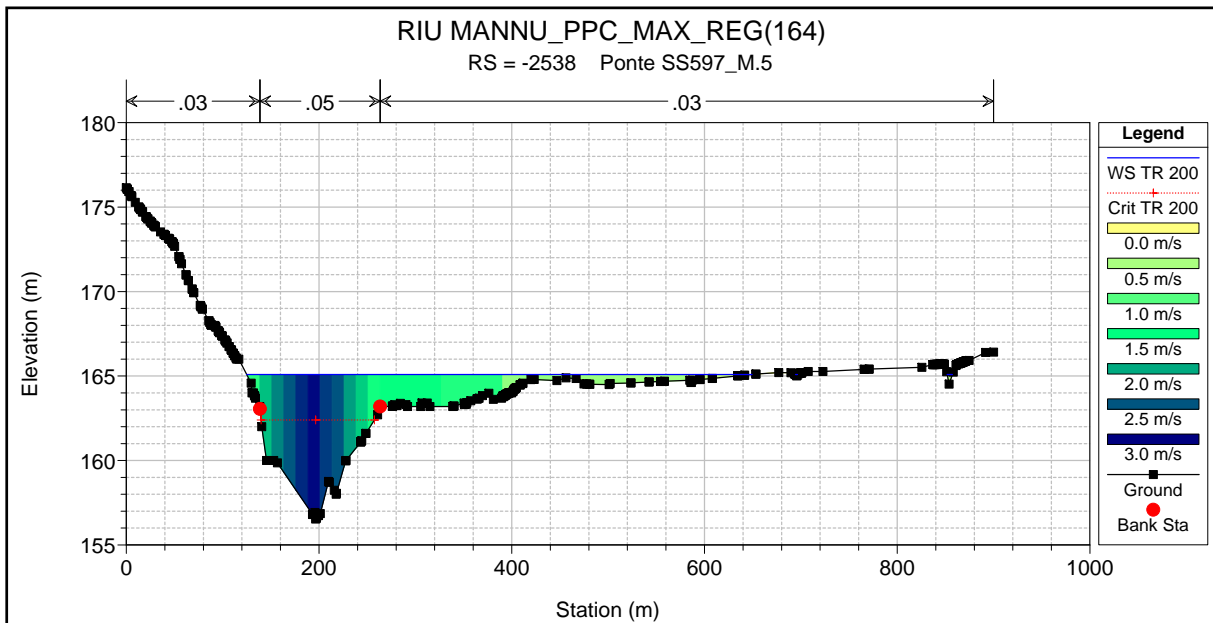


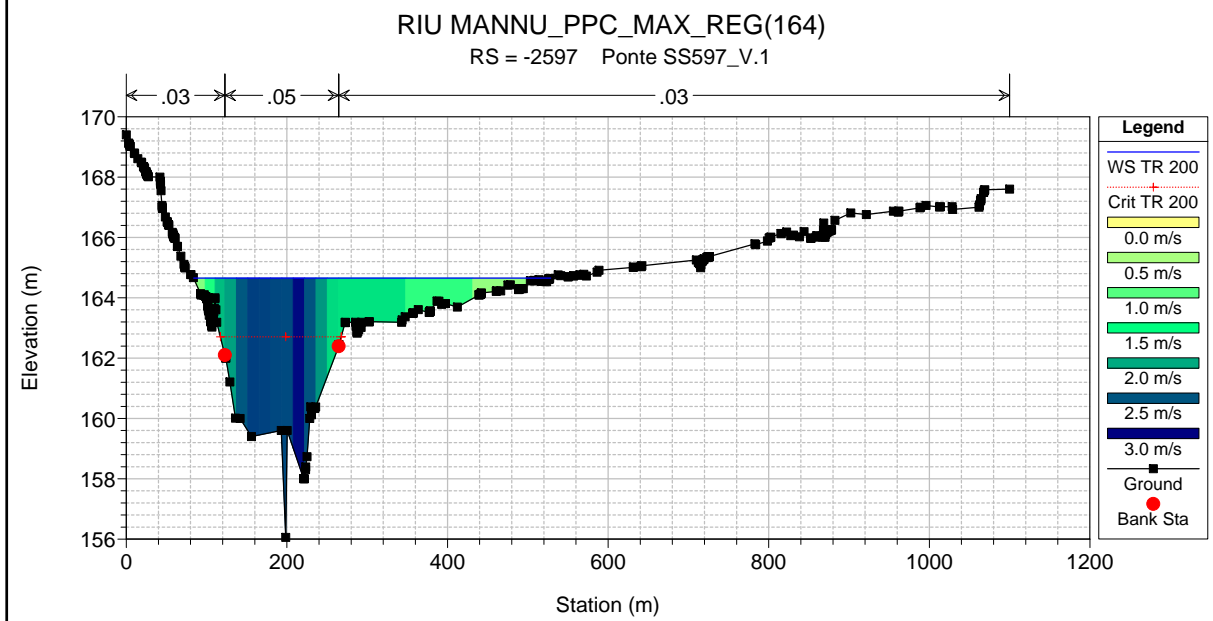
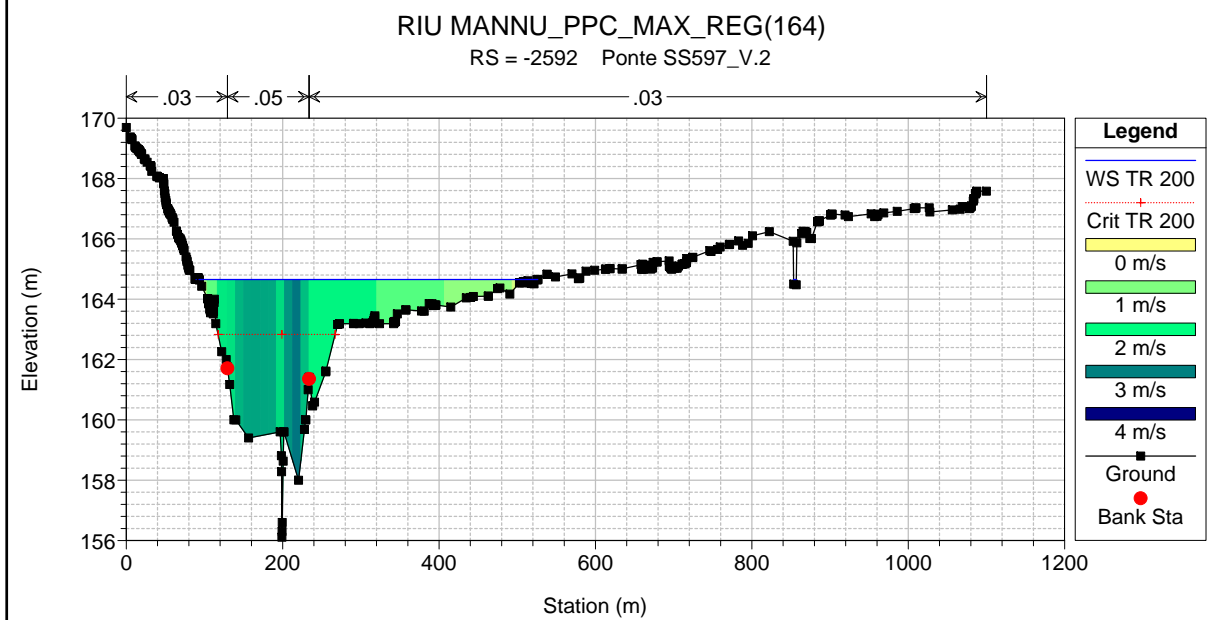
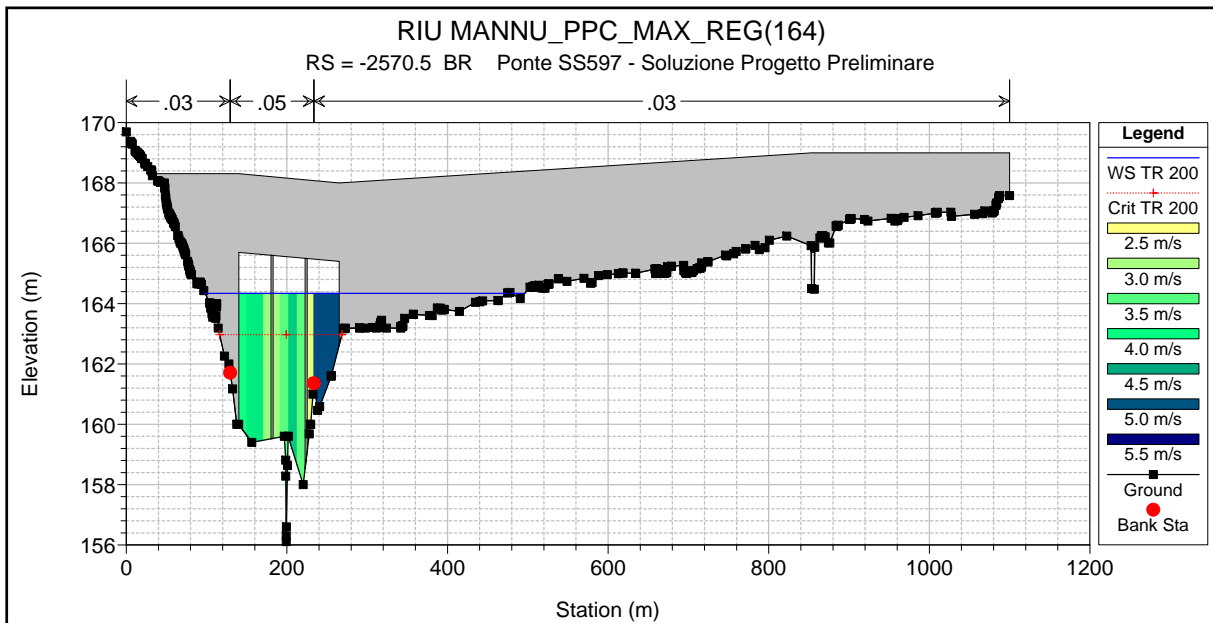


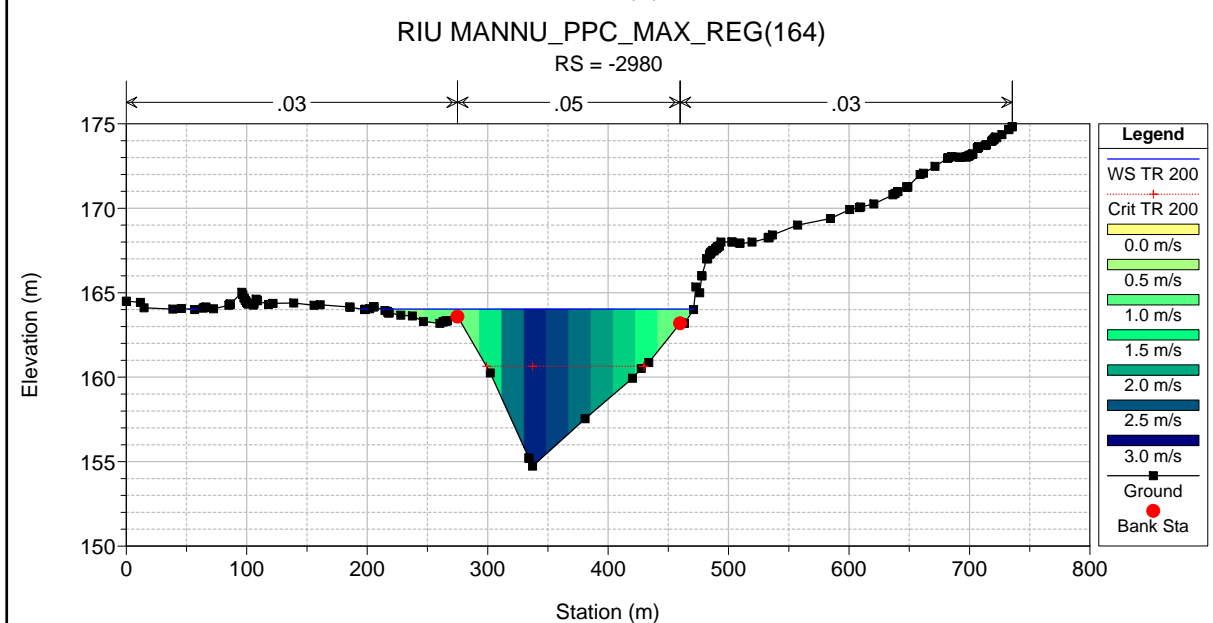
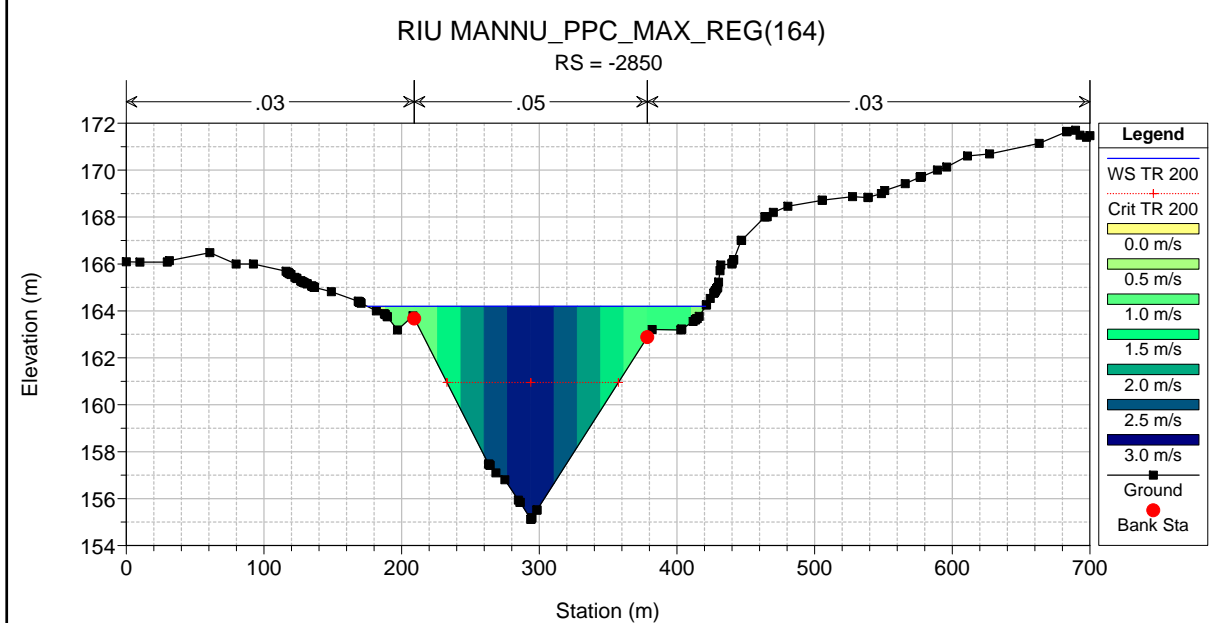
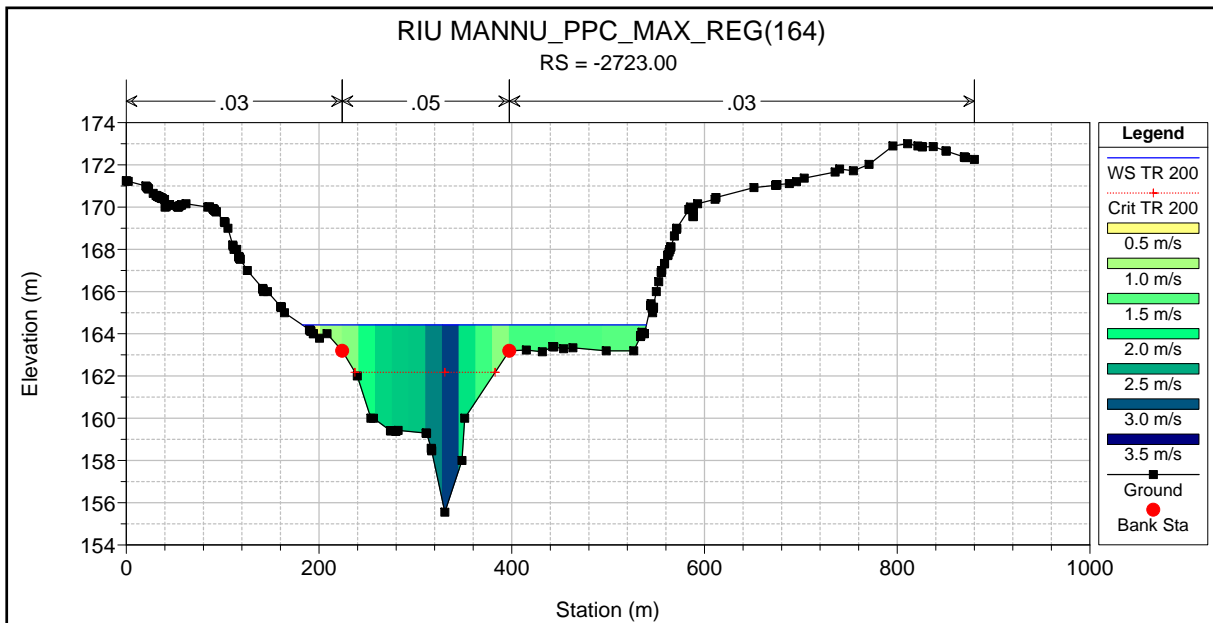






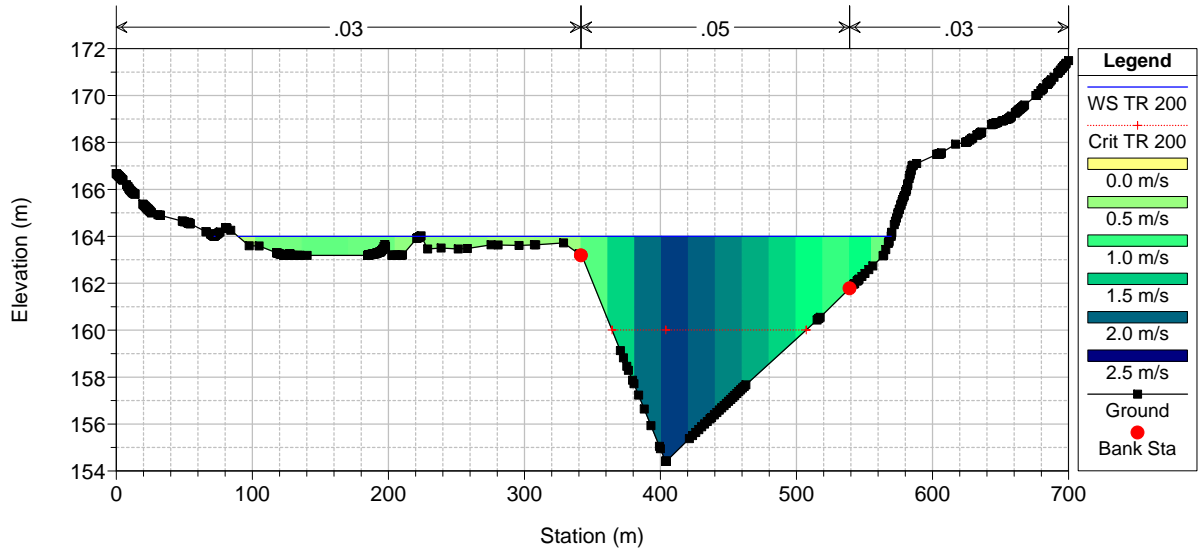






RIU MANNU_PPC_MAX_REG(164)

RS = -3079



ALLEGATO 5.4

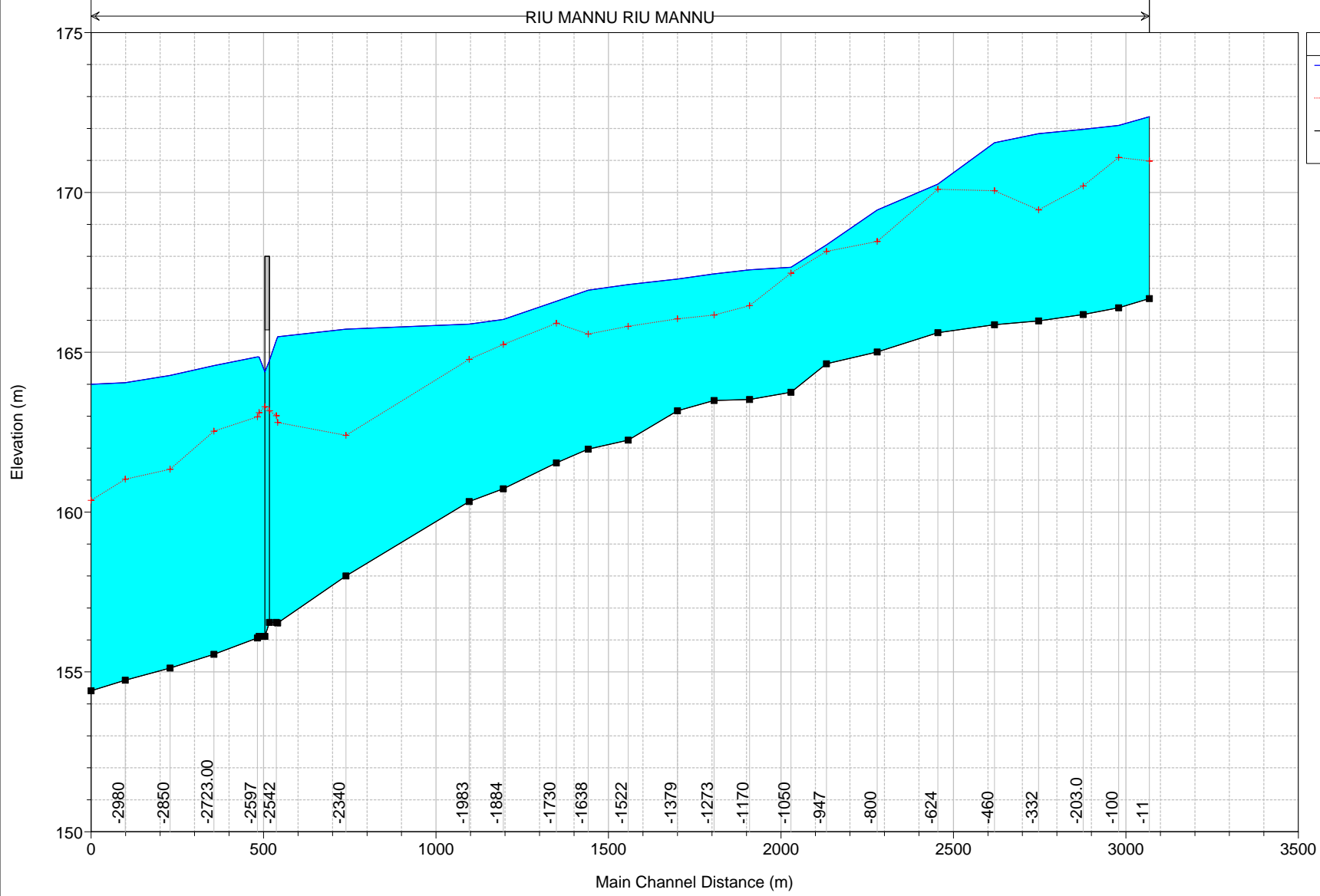
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC
Scenario: livello regolazione massima 164 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: PPC_164 River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	53.0	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	293.1	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.44	169.45	168.47	0.98	0.55	169.99	3.2	3.2	3.6	168.3	3.13
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.72	168.36	168.15	0.21	0.65	169.09	3.3	3.7	2.7	197.7	1.91
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	3.91	167.66	167.47	0.19	0.64	168.31	3.7	3.6	3.3	220.8	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.31	167.58	166.46	1.12	0.34	167.79	2.0	2.1	3.6	64.3	2.13
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.26	167.45	166.17	1.28	0.28	167.62	1.7	1.8	3.7	46.8	2.36
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.12	167.29	166.05	1.24	0.31	167.47	1.9	1.9	3.7	55.0	2.22
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	4.87	167.12	165.81	1.31	0.27	167.27	1.6	1.7	3.4	40.1	2.40
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	4.97	166.94	165.57	1.37	0.31	167.11	1.8	1.8	3.5	52.6	2.52
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.06	166.80	165.91	0.89	0.42	166.91	2.5	2.5	3.7	103.1	2.20
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	5.30	166.03	165.24	0.79	0.44	166.44	2.8	2.8	3.9	118.2	2.56
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	5.55	165.88	164.78	1.10	0.36	166.16	2.3	2.3	4.1	78.7	2.47
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	7.72	165.72	162.40	3.32	0.17	165.86	1.4	1.6	6.7	24.7	4.38
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	155.53	8.96	165.49	162.80	2.69	0.31	165.72	2.4	1.9	6.0	78.6	1.84
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	8.82	165.37	163.01	2.36	0.37	165.71	2.8	2.2	5.7	107.9	1.59
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	8.74	164.85	163.11	1.74	0.40	165.19	2.9	2.4	5.1	119.3	2.01
RIU MANNU	-2597	TR 500	2431.0	156.06	8.79	164.85	162.98	1.87	0.39	165.17	2.7	2.3	4.8	106.1	2.07
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	9.03	164.58	162.53	2.05	0.38	164.89	2.6	2.4	4.6	97.6	2.79
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	9.15	164.27	161.34	2.93	0.37	164.63	2.7	2.6	5.2	99.7	3.80
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	9.31	164.05	161.03	3.02	0.36	164.37	2.5	2.5	5.1	92.0	3.41
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	9.59	164.00	160.37	3.63	0.27	164.20	2.0	1.9	5.6	56.9	2.71

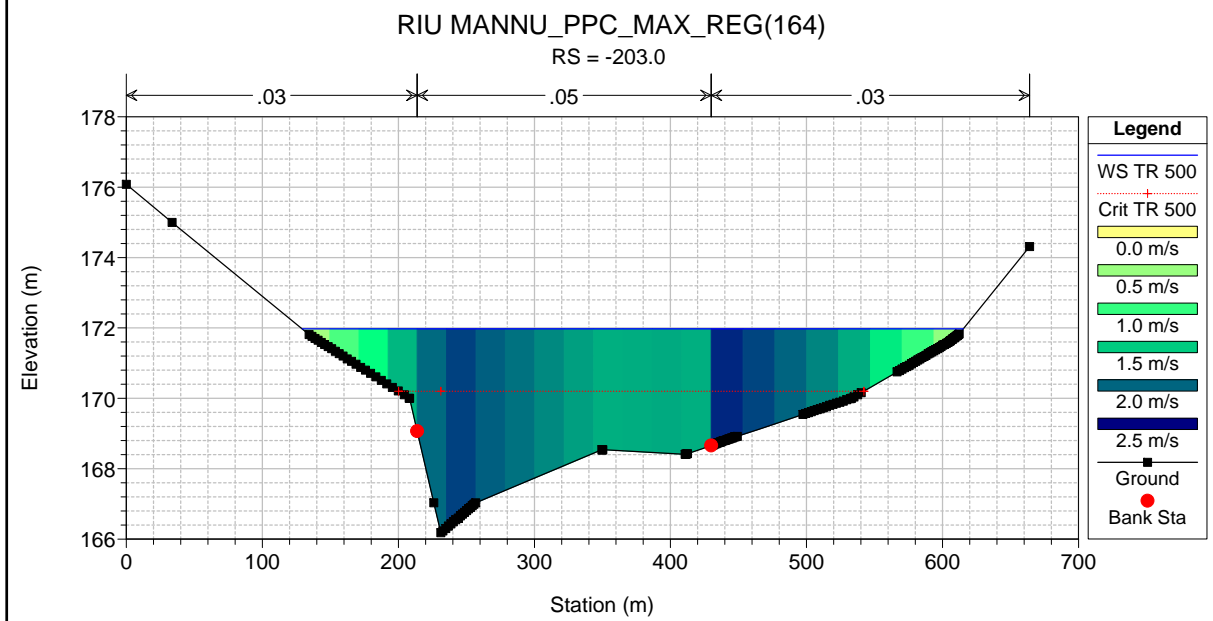
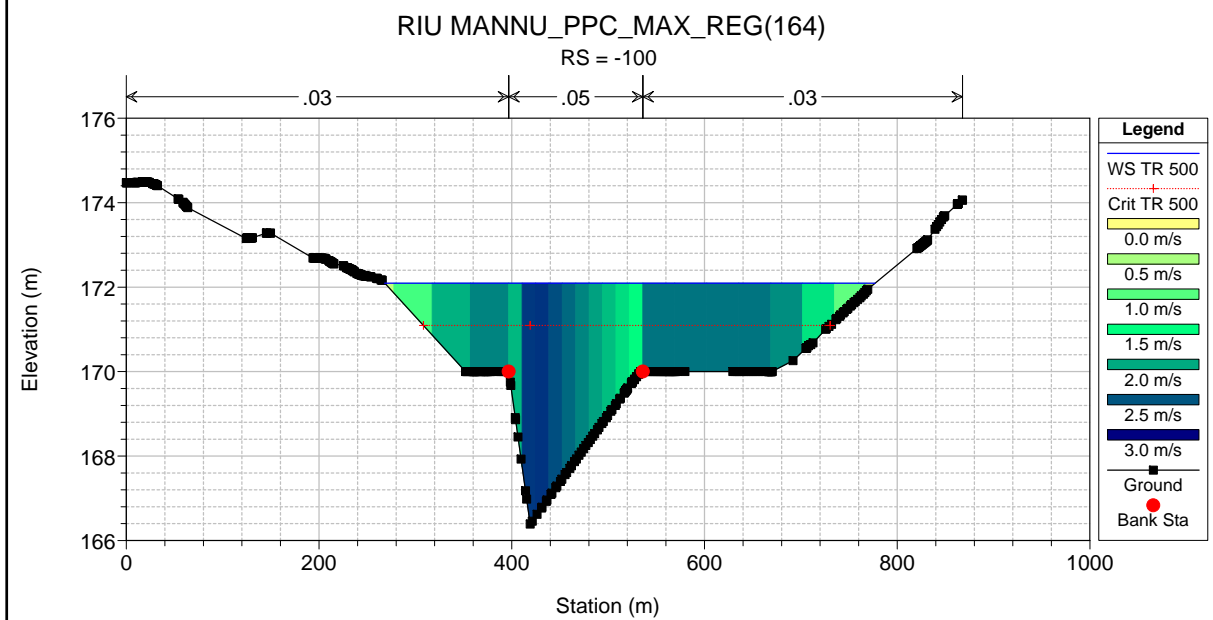
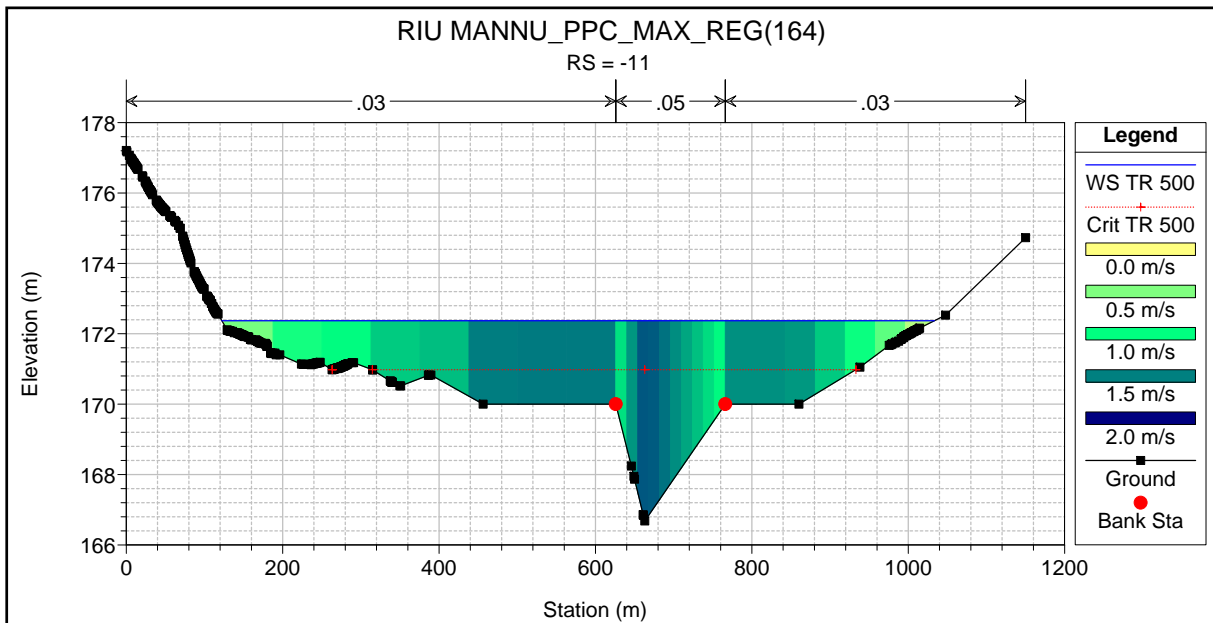
RIU MANNU_PPC_MAX_REG(164)

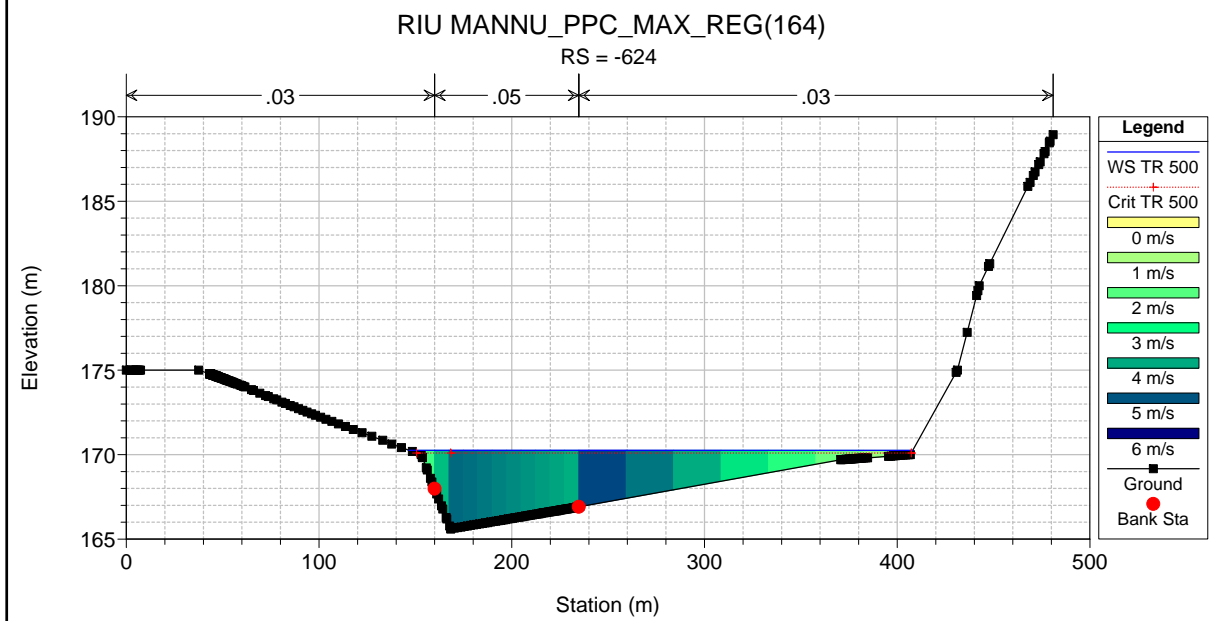
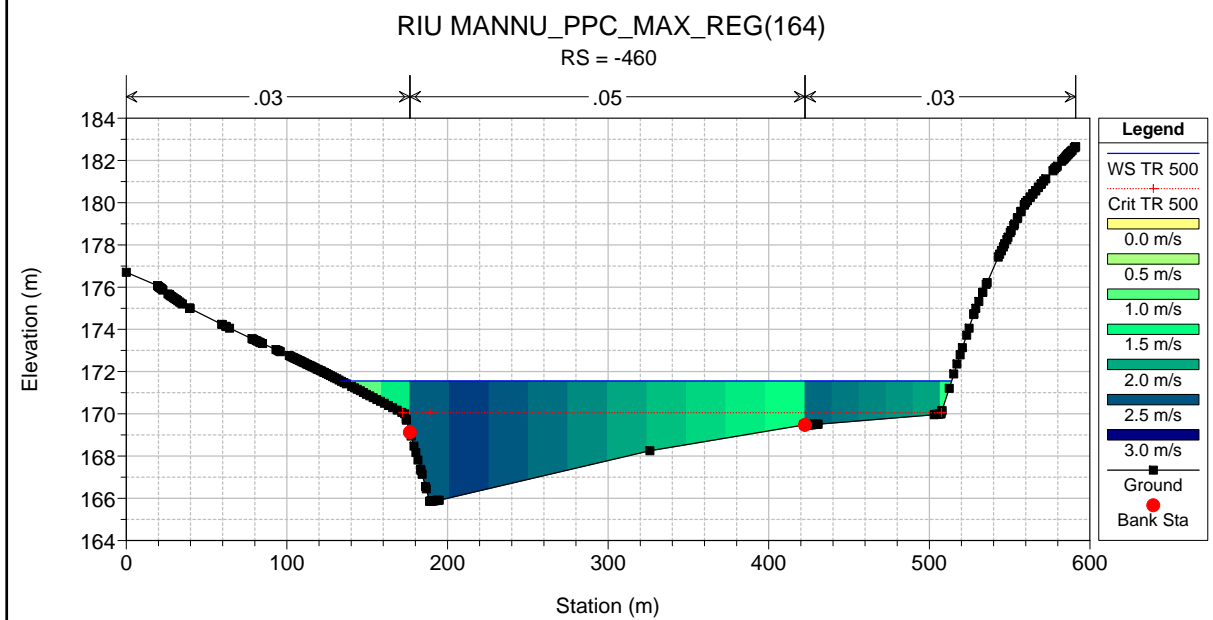
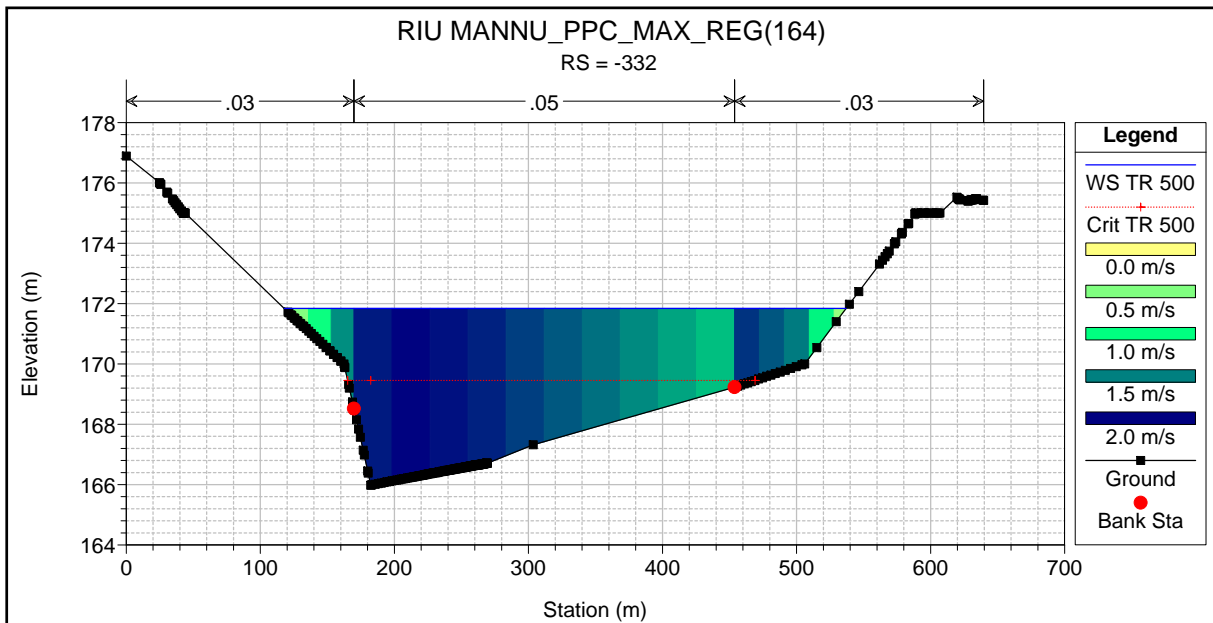
RIU MANNU RIU MANNU

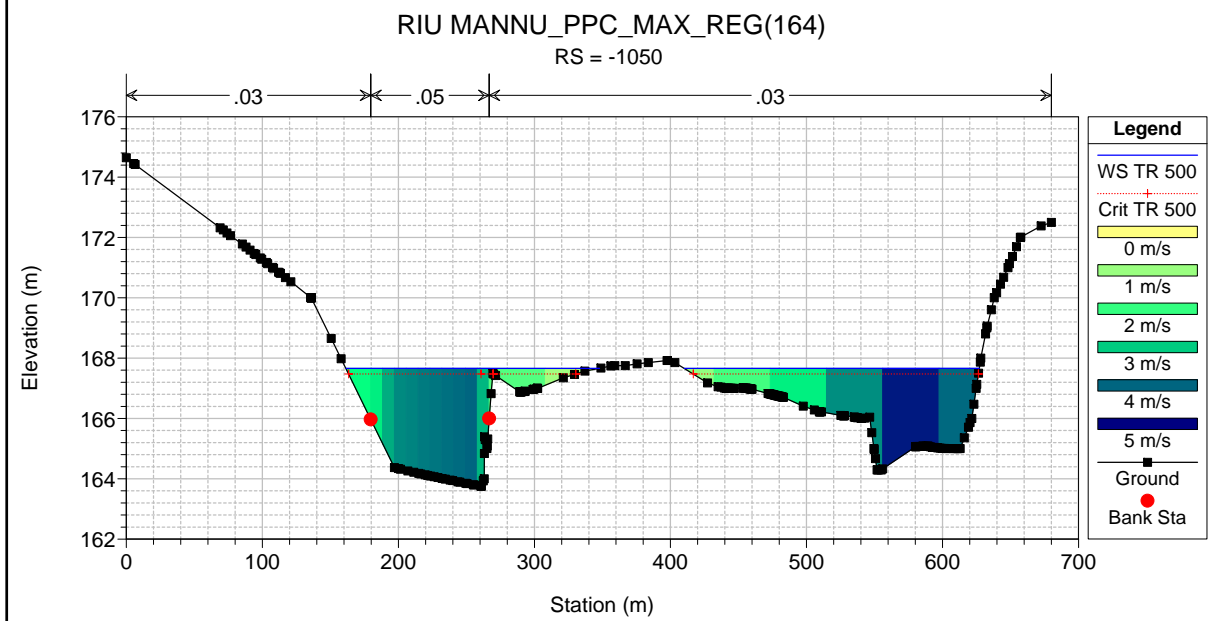
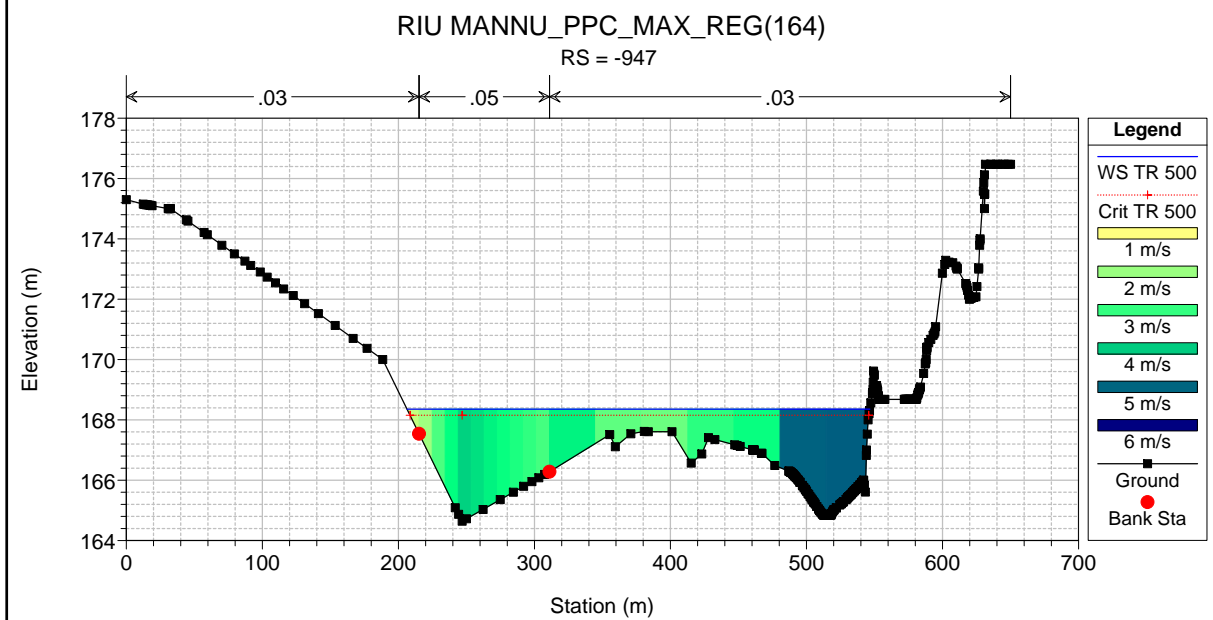
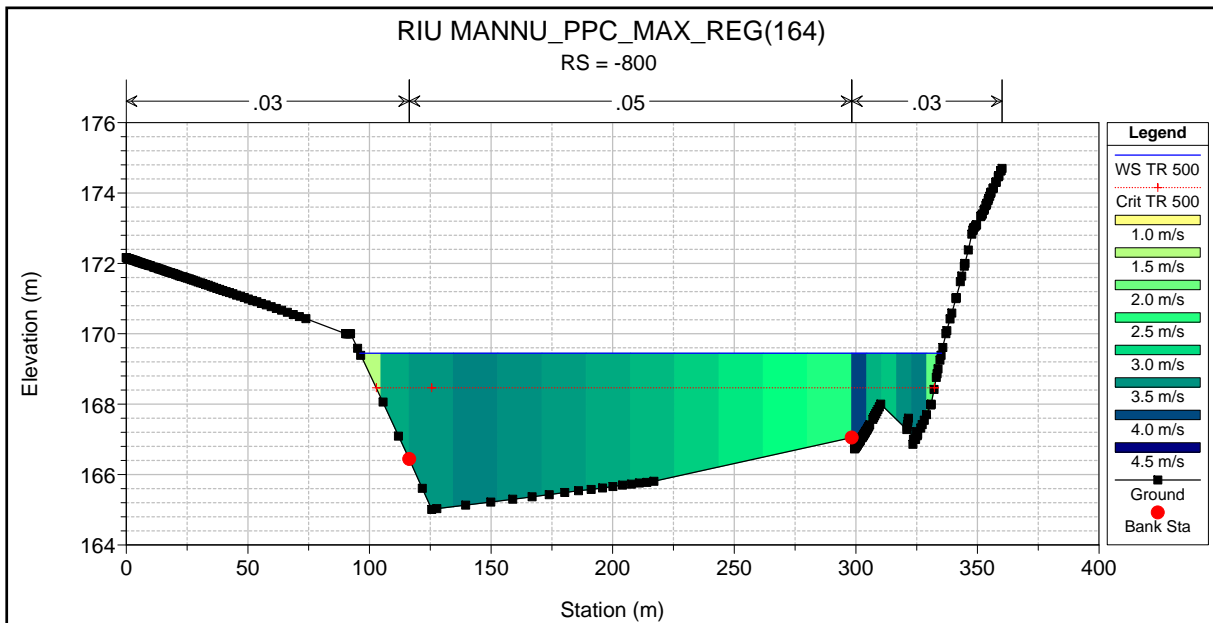


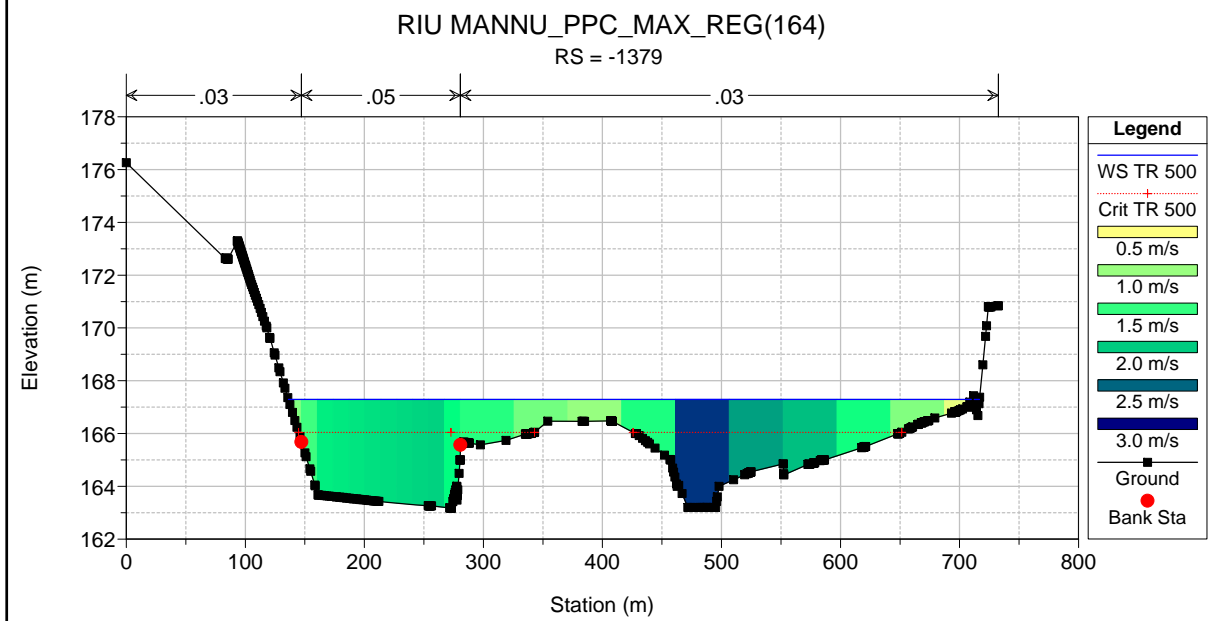
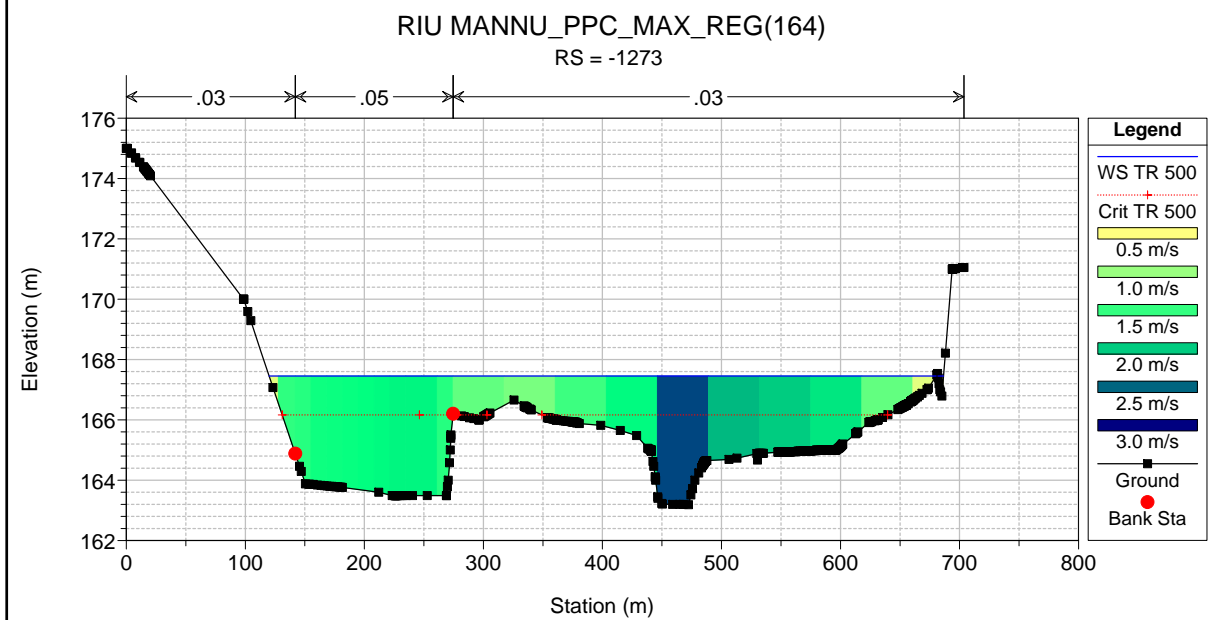
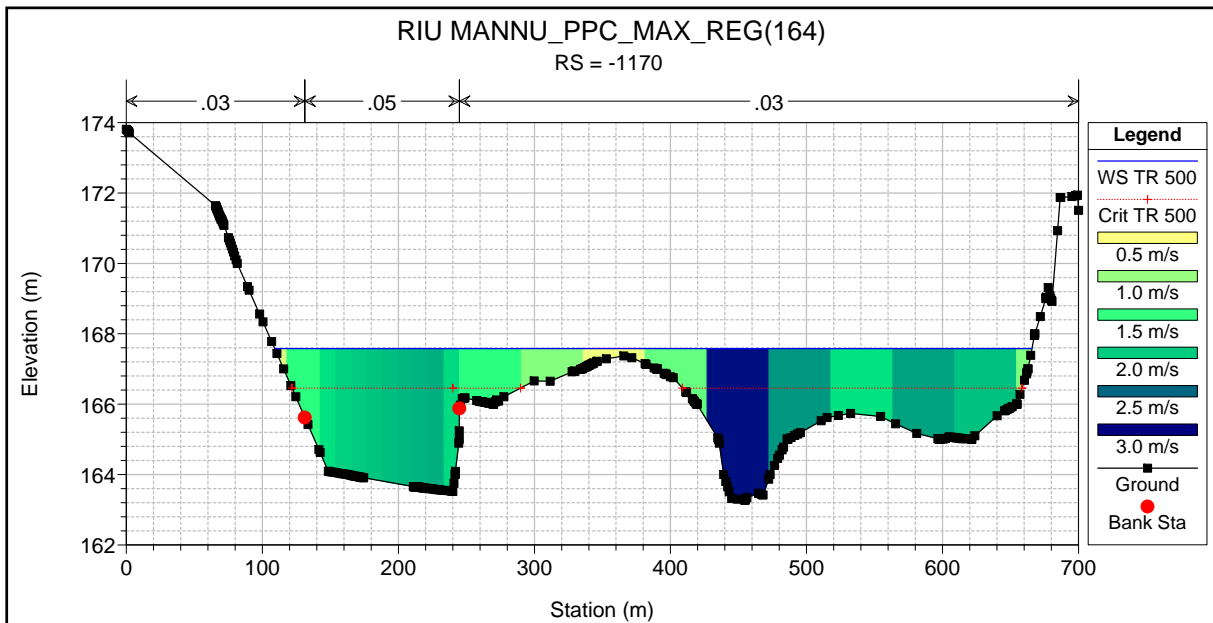
Legend

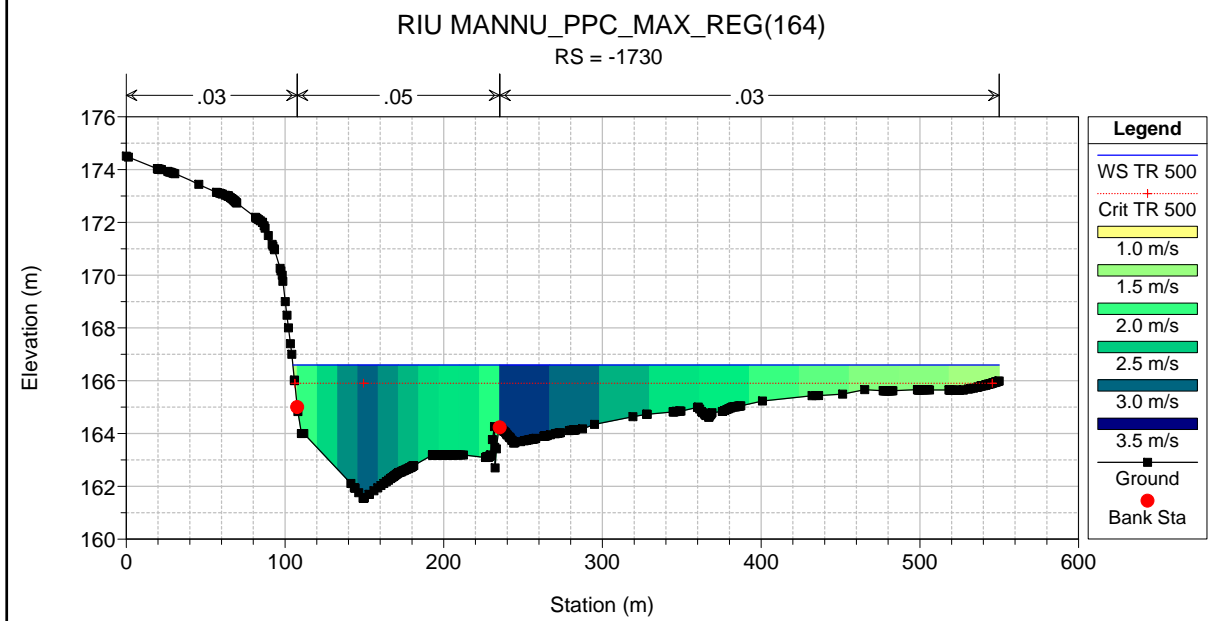
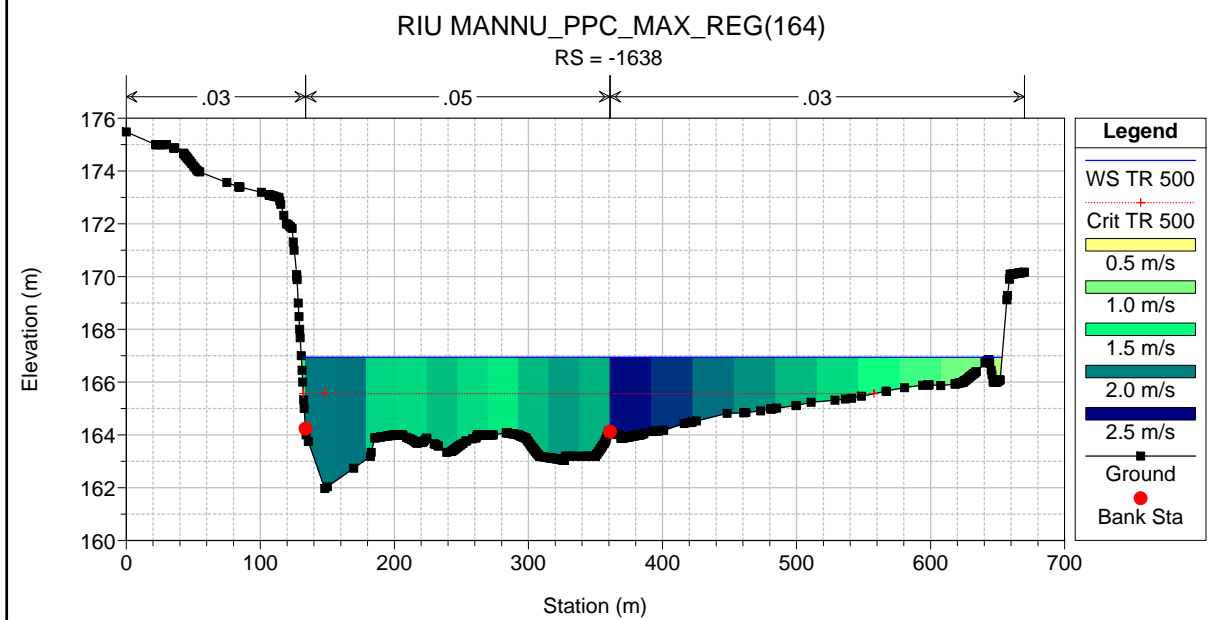
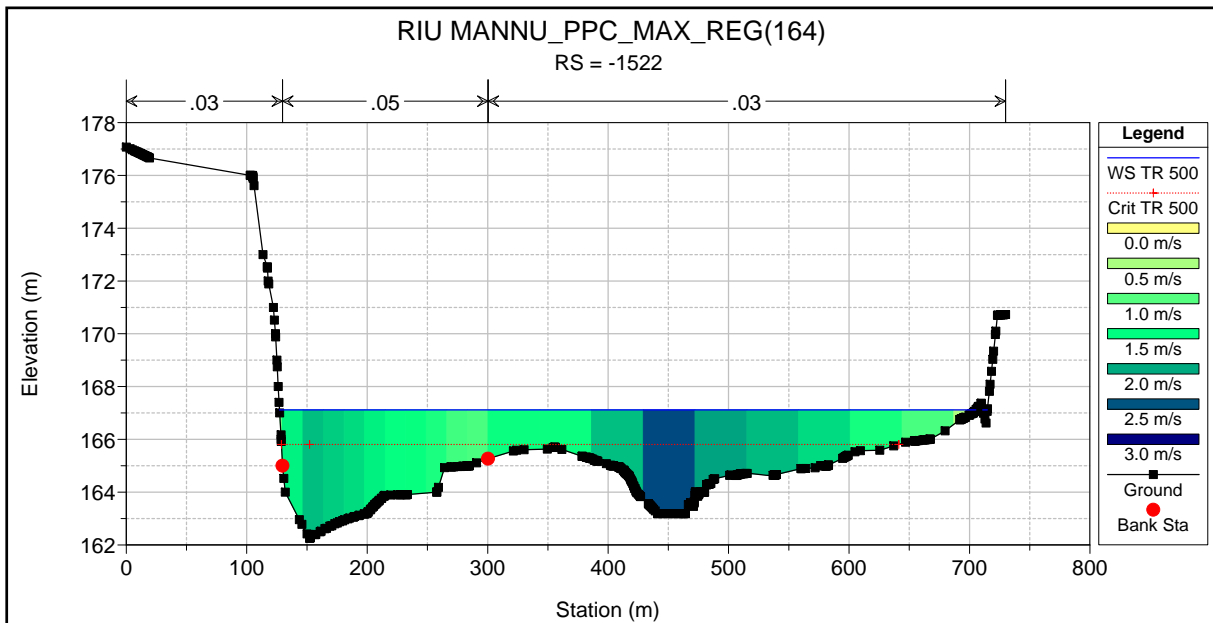
- WS TR 500
- Crit TR 500
- Ground

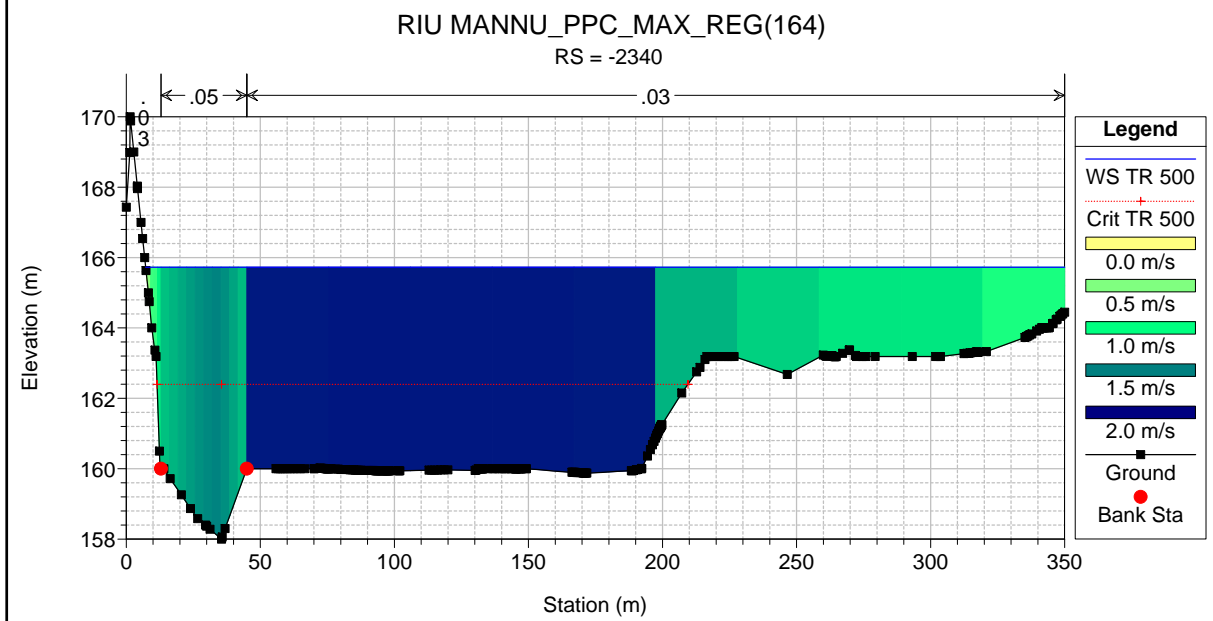
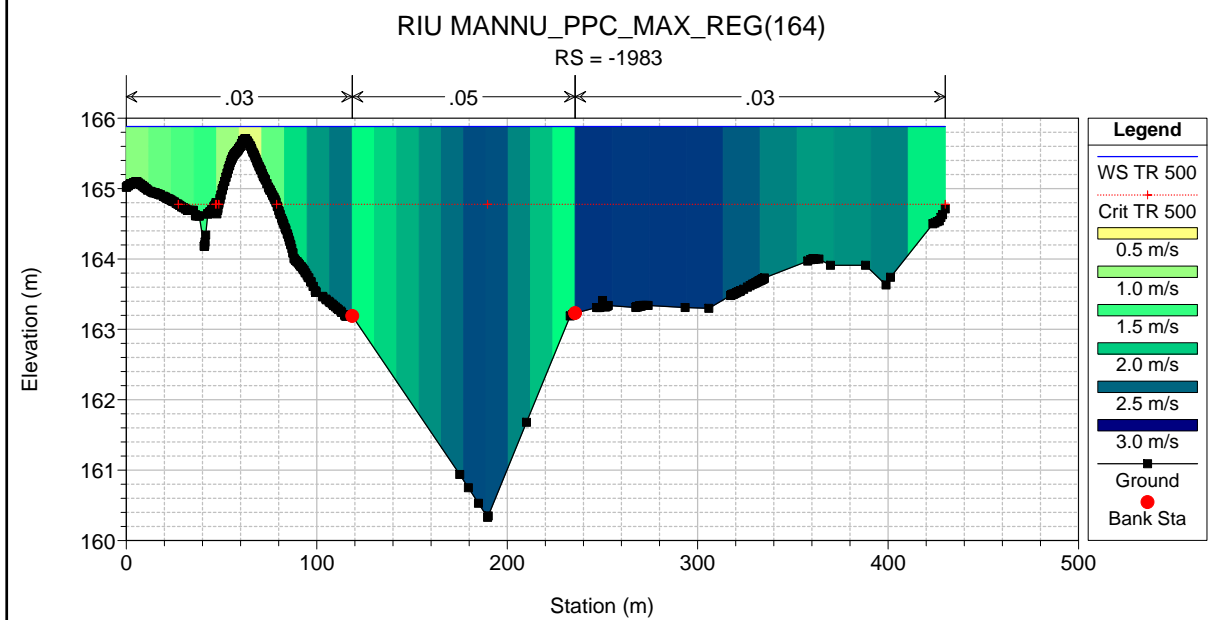
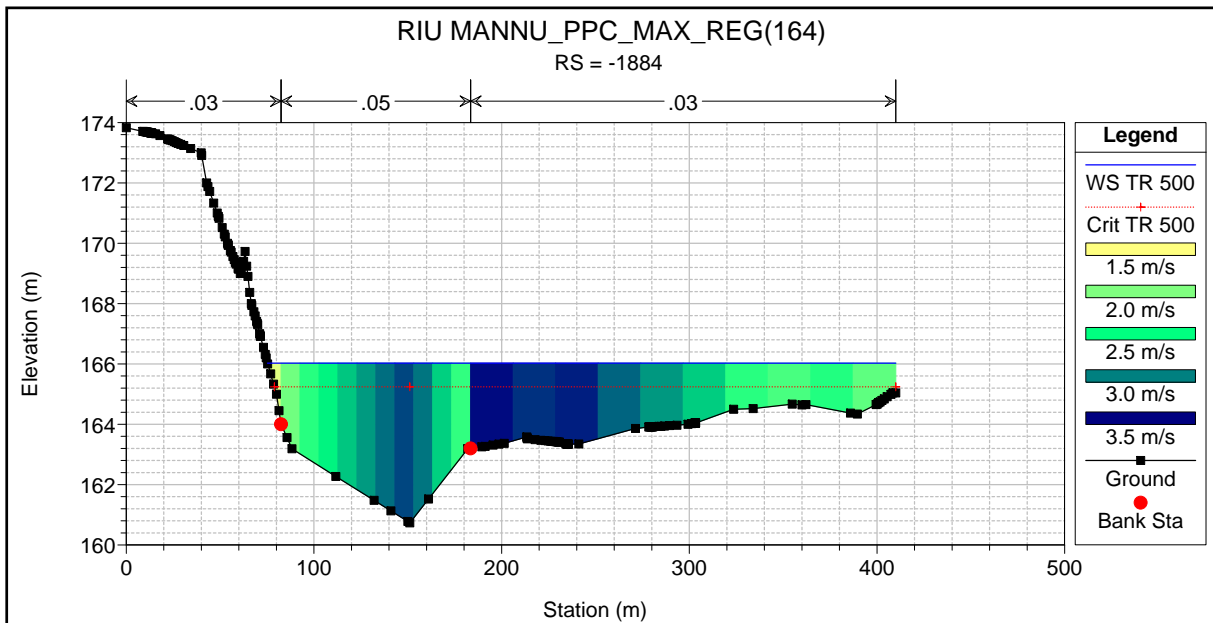


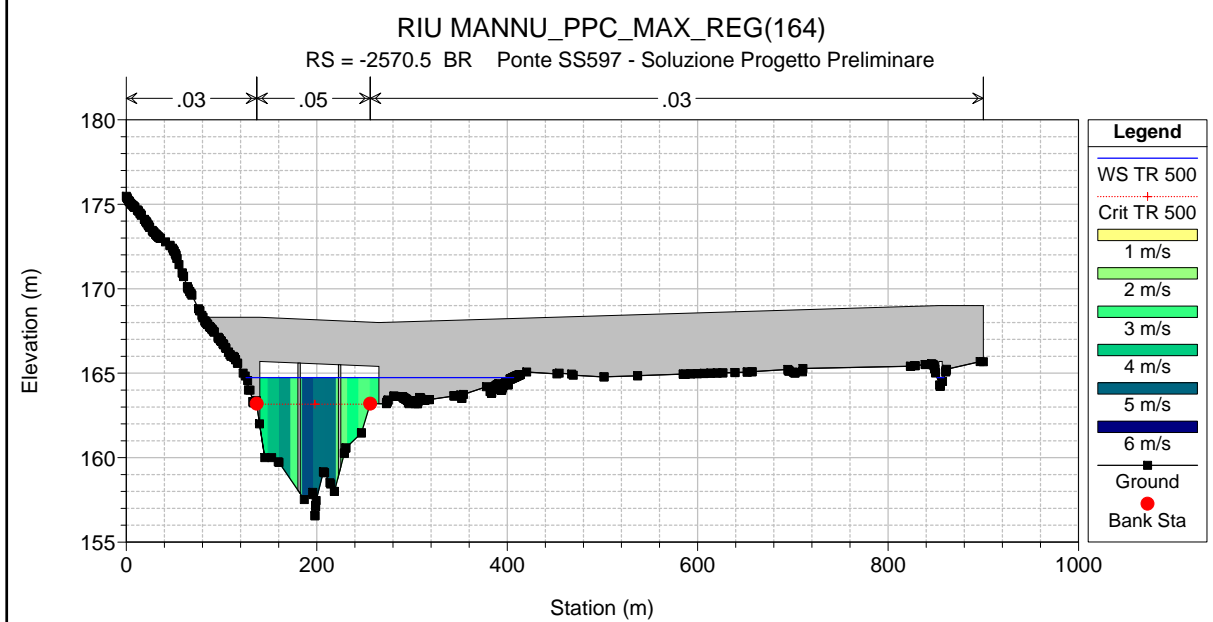
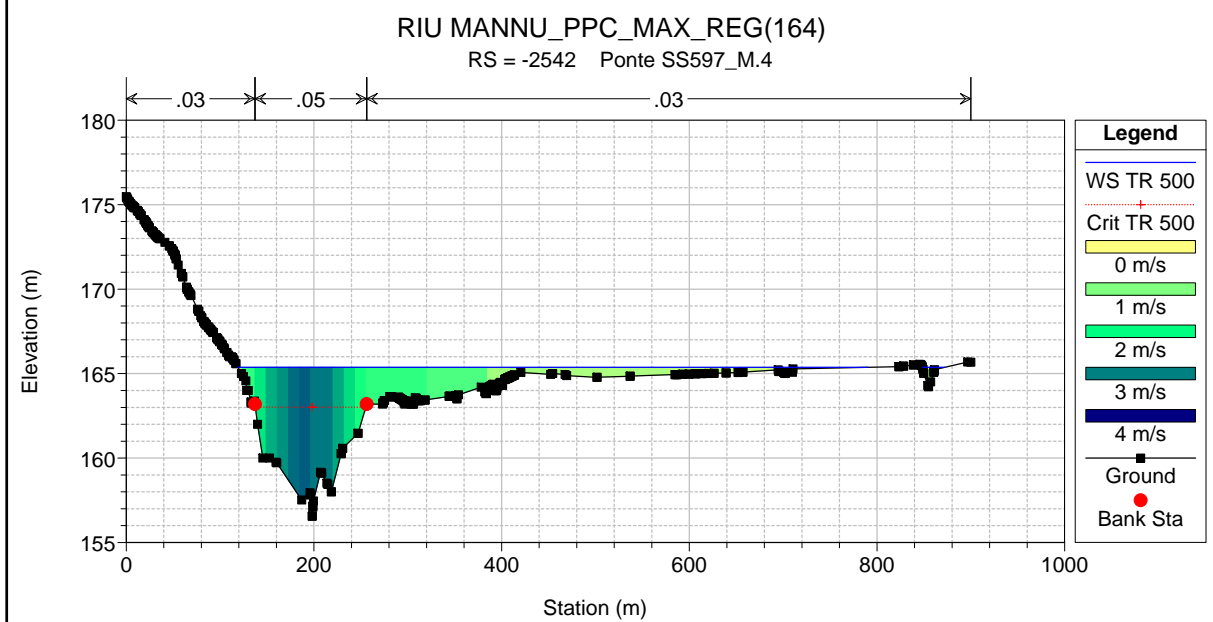
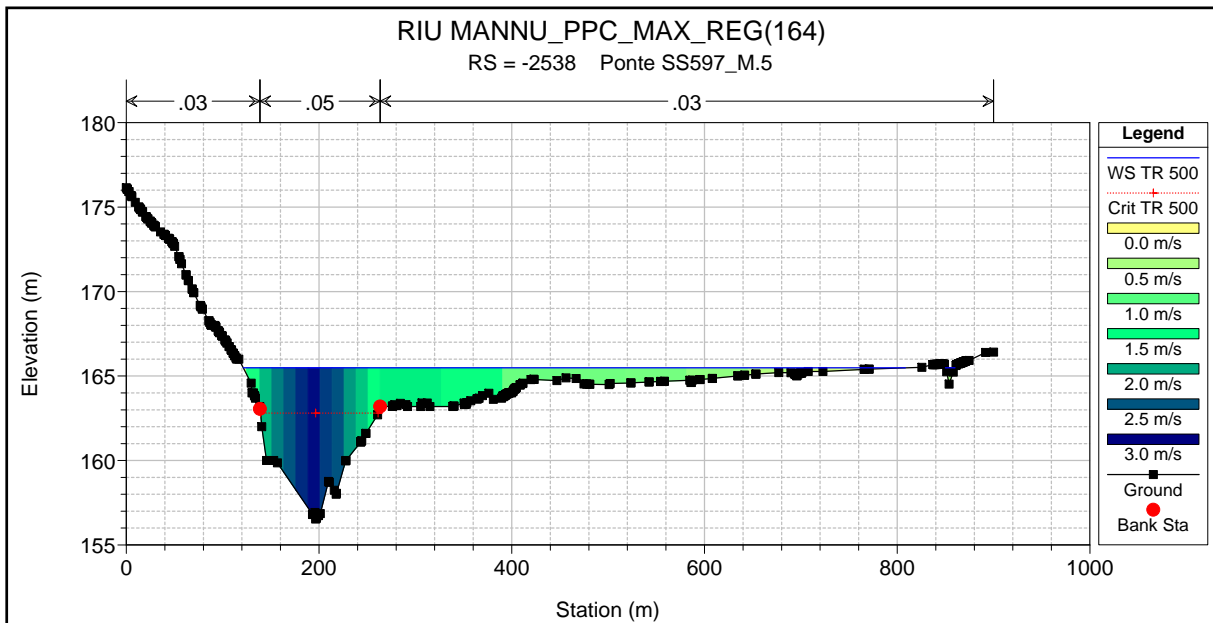


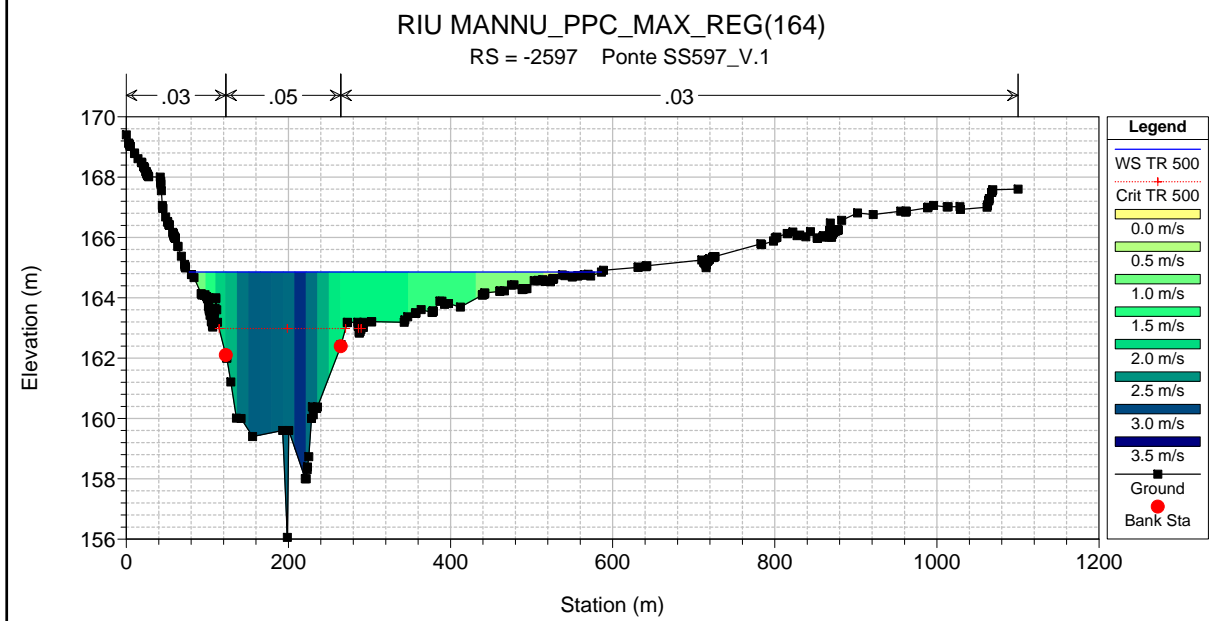
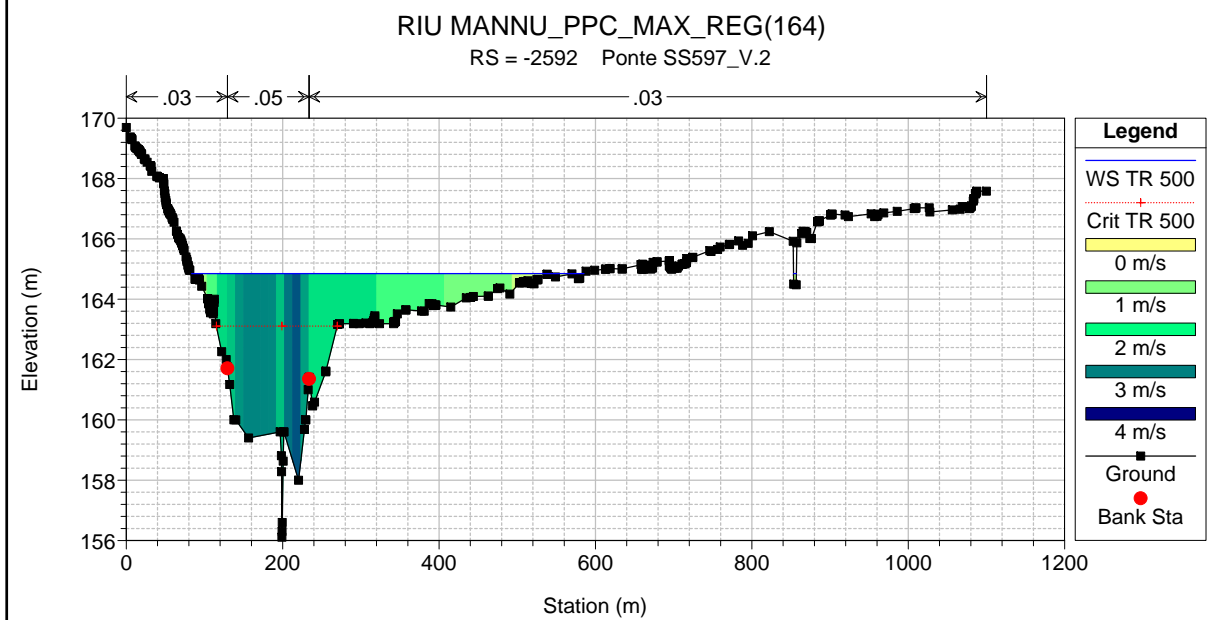
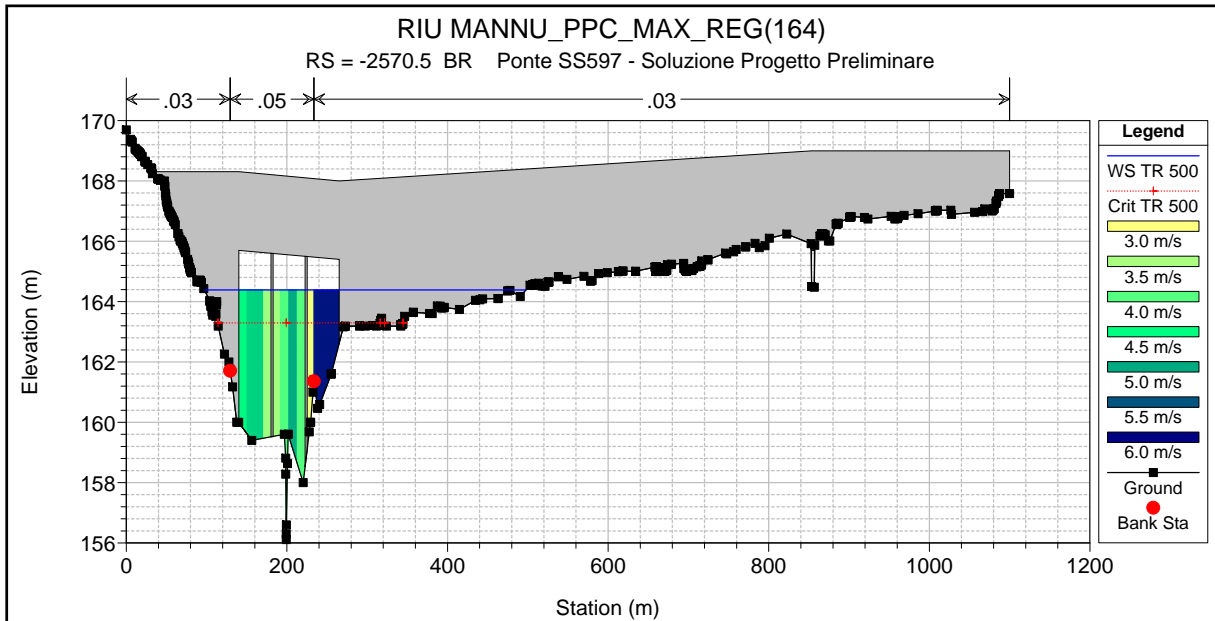


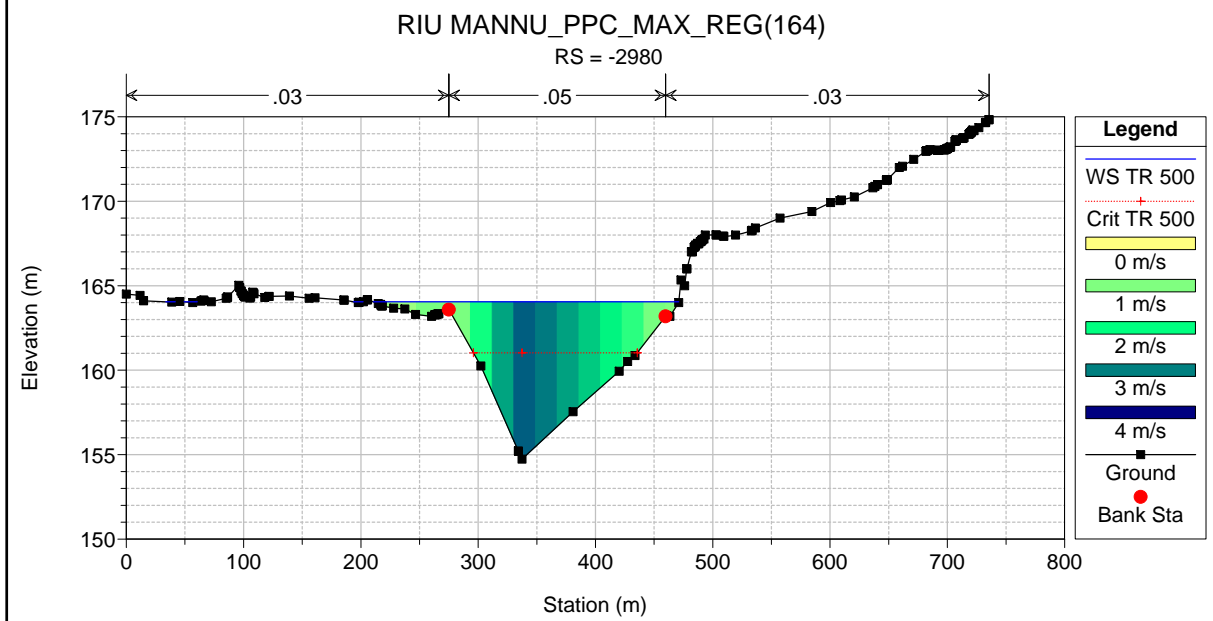
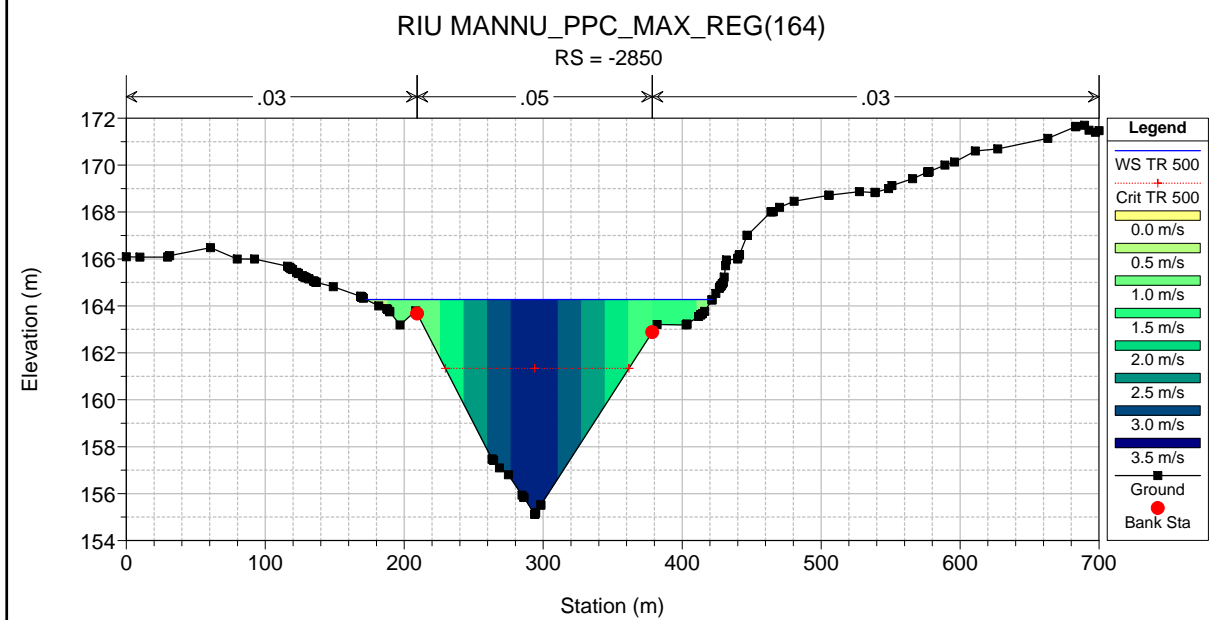
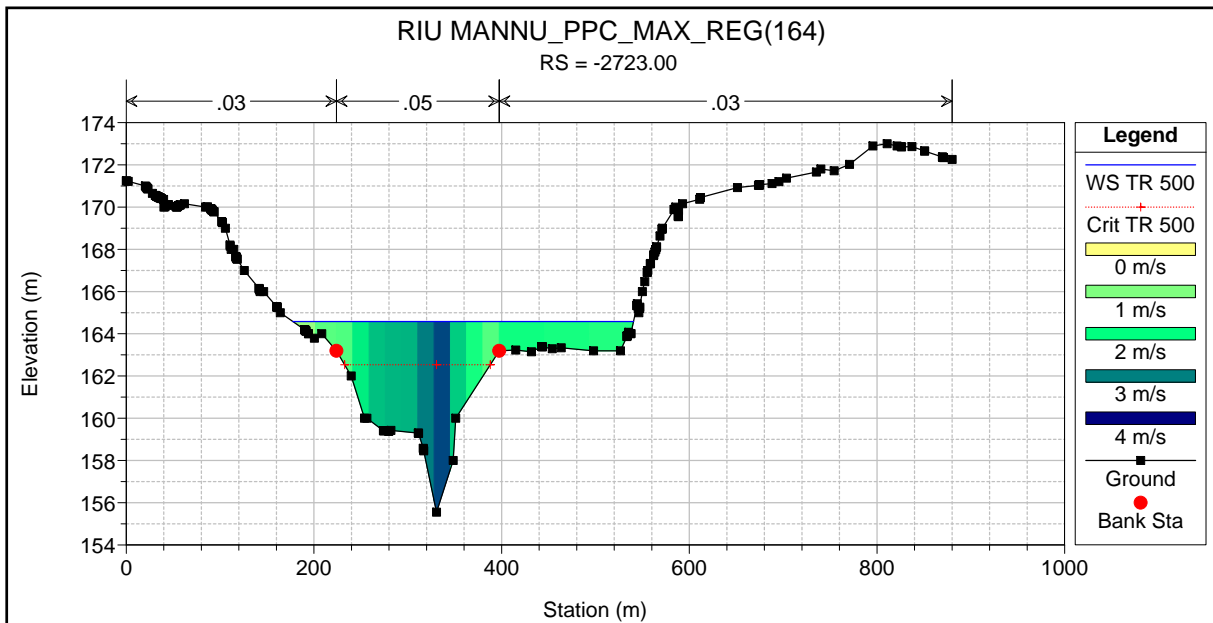






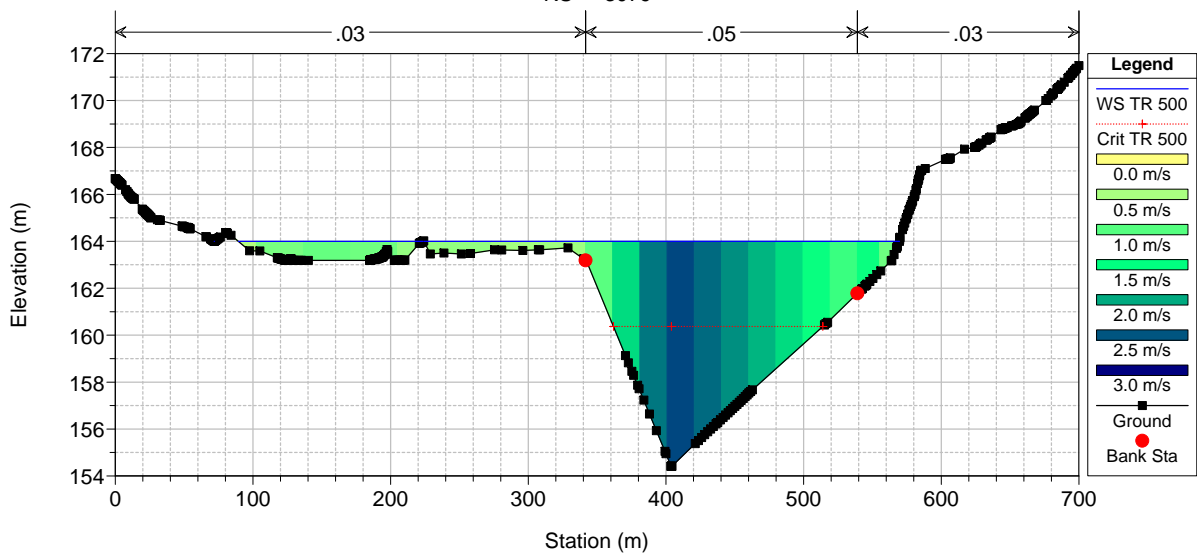






RIU MANNU_PPC_MAX_REG(164)

RS = -3079



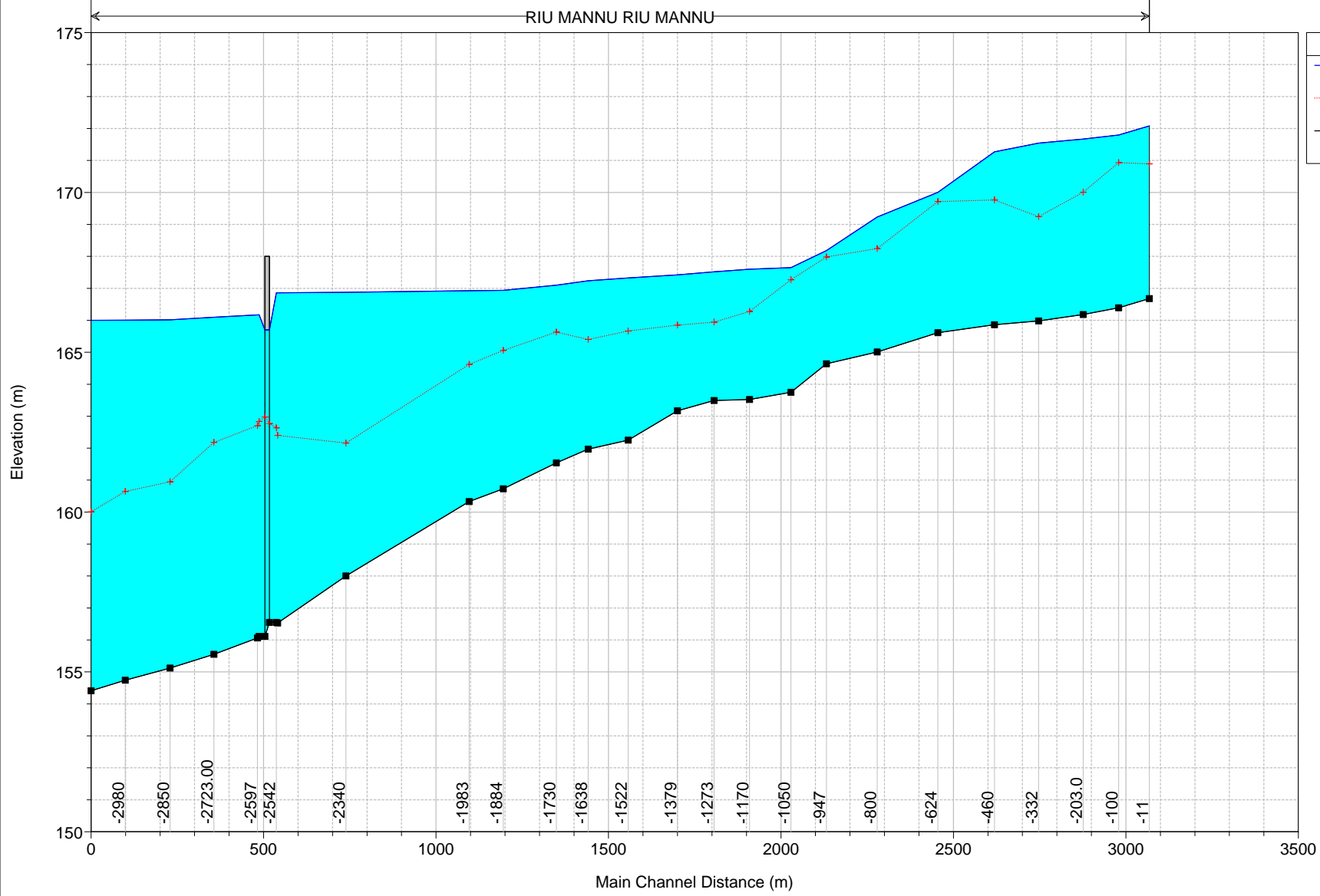
ALLEGATO 5.5

Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC
Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 200 anni)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 200	2076.0	166.68	5.40	172.08	170.89	1.19	0.24	172.17	1.4	1.3	3.7	32.7	1.80
RIU MANNU	-100	TR 200	2076.0	166.39	5.41	171.80	170.93	0.87	0.38	172.03	2.3	2.1	3.5	81.6	2.01
RIU MANNU	-203.0	TR 200	2076.0	166.18	5.49	171.67	170.01	1.66	0.29	171.83	1.8	1.7	3.8	50.4	2.54
RIU MANNU	-332	TR 200	2076.0	165.98	5.56	171.54	169.24	2.30	0.26	171.67	1.6	1.6	4.0	40.0	3.24
RIU MANNU	-460	TR 200	2076.0	165.86	5.41	171.27	169.76	1.51	0.35	171.48	2.1	2.0	3.5	69.2	2.75
RIU MANNU	-624	TR 200	2076.0	165.61	4.39	170.00	169.72	0.28	0.71	170.83	4.3	4.0	3.7	290.8	2.05
RIU MANNU	-800	TR 200	2076.0	165.01	4.22	169.23	168.24	0.99	0.52	169.68	3.0	3.0	3.3	145.6	2.94
RIU MANNU	-947	TR 200	2076.0	164.64	3.54	168.18	167.98	0.20	0.65	168.82	3.2	3.5	2.5	185.6	1.75
RIU MANNU	-1050	TR 200	2076.0	163.75	3.90	167.65	167.27	0.38	0.55	168.13	3.2	3.1	3.3	163.9	1.69
RIU MANNU	-1170	TR 200	2076.0	163.52	4.33	167.60	166.28	1.32	0.28	167.75	1.7	1.7	3.6	45.7	2.15
RIU MANNU	-1273	TR 200	2076.0	163.49	4.33	167.52	165.94	1.58	0.23	167.63	1.4	1.5	3.8	31.9	2.42
RIU MANNU	-1379	TR 200	2076.0	163.17	4.25	167.42	165.85	1.57	0.24	167.54	1.5	1.5	3.8	34.5	2.33
RIU MANNU	-1522	TR 200	2076.0	162.25	5.07	167.32	165.67	1.65	0.20	167.42	1.2	1.4	3.6	23.6	2.59
RIU MANNU	-1638	TR 200	2076.0	161.97	5.26	167.23	165.40	1.83	0.22	167.34	1.3	1.4	3.8	28.6	2.81
RIU MANNU	-1730	TR 200	2076.0	161.54	5.56	167.10	165.63	1.47	0.26	167.25	1.7	1.7	4.2	43.1	2.70
RIU MANNU	-1884	TR 200	2076.0	160.73	6.21	166.94	165.06	1.88	0.24	167.10	1.6	1.8	4.9	38.2	3.44
RIU MANNU	-1983	TR 200	2076.0	160.33	6.60	166.93	164.62	2.31	0.18	167.03	1.3	1.4	5.1	22.6	3.52
RIU MANNU	-2340	TR 200	2076.0	158.00	8.88	166.88	162.16	4.72	0.10	166.94	0.9	1.1	7.9	9.7	5.51
RIU MANNU	-2538	TR 200	2076.0	155.53	10.33	166.86	162.40	4.46	0.12	166.90	1.1	0.9	7.3	14.3	2.94
RIU MANNU	-2542	TR 200	2076.0	156.55	10.31	166.86	162.63	4.23	0.13	166.90	1.1	0.9	7.2	15.5	2.84
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 200	2076.0	156.11	10.06	166.17	162.83	3.34	0.16	166.24	1.3	1.1	6.4	23.6	2.39
RIU MANNU	-2597	TR 200	2076.0	156.06	10.11	166.17	162.70	3.47	0.16	166.24	1.3	1.1	6.1	22.1	2.38
RIU MANNU	-2723.00	TR 200	2076.0	155.55	10.55	166.10	162.18	3.92	0.17	166.18	1.3	1.3	6.1	24.3	3.92
RIU MANNU	-2850	TR 200	2076.0	155.12	10.90	166.02	160.95	5.07	0.19	166.13	1.5	1.4	7.0	30.3	4.04
RIU MANNU	-2980	TR 200	2076.0	154.74	11.26	166.00	160.65	5.35	0.15	166.07	1.2	1.1	7.0	19.1	3.91
RIU MANNU	-3079	TR 200	2076.0	154.41	11.59	166.00	160.01	5.99	0.11	166.04	1.0	0.9	7.6	11.5	4.16

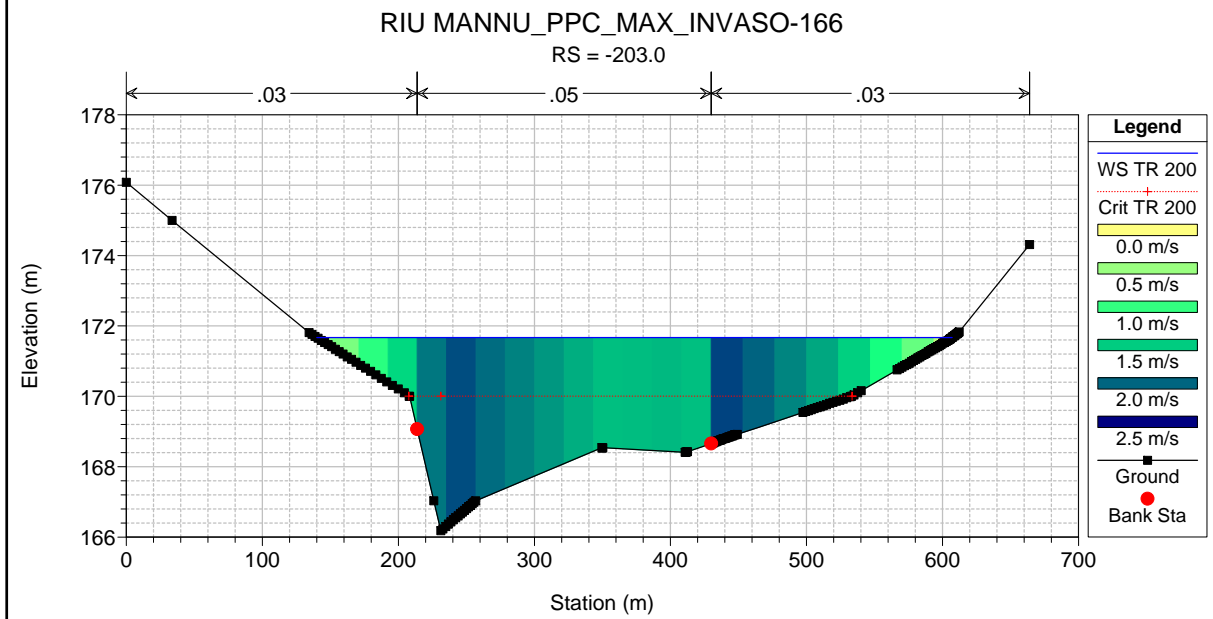
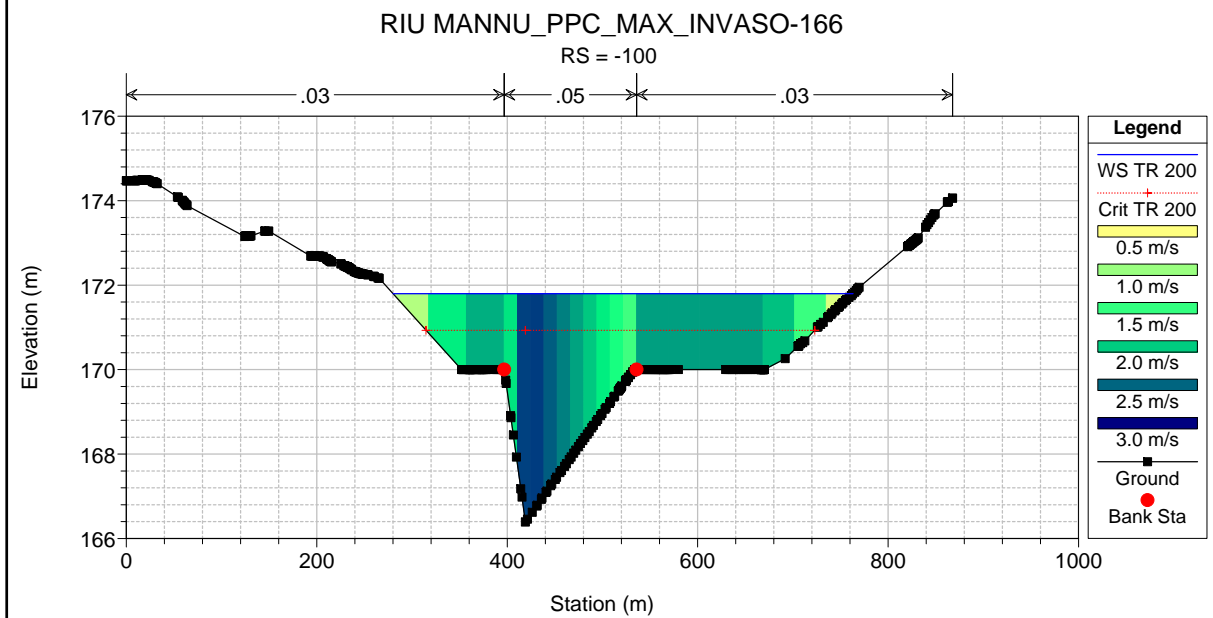
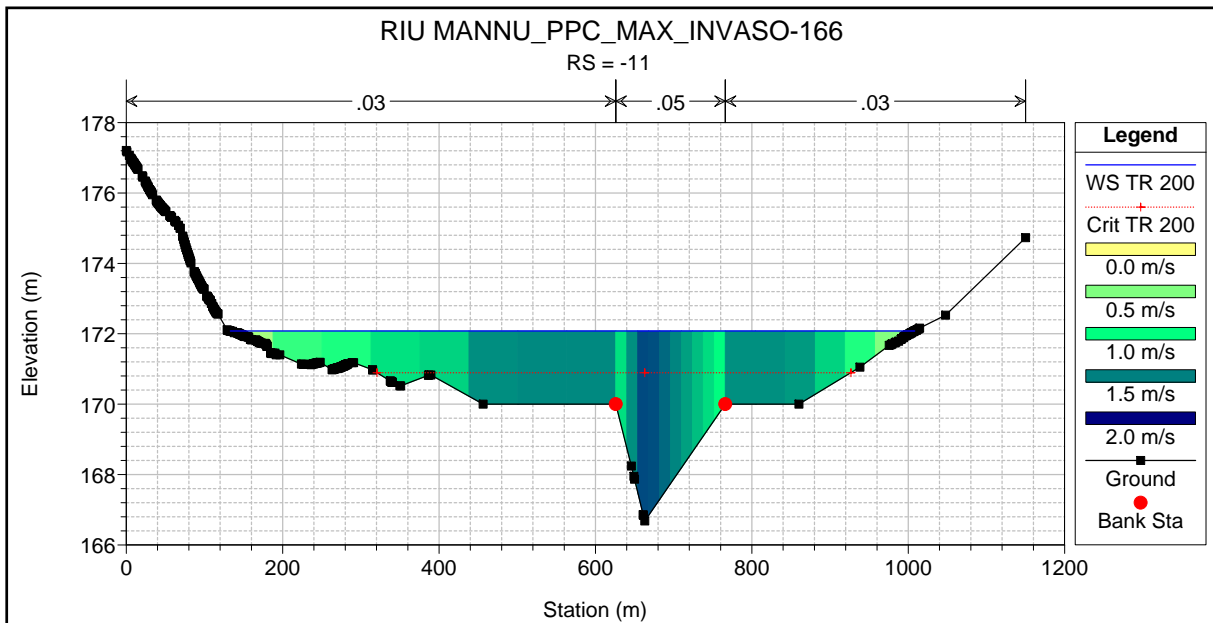
RIU MANNU_PPC_MAX_INVASO-166

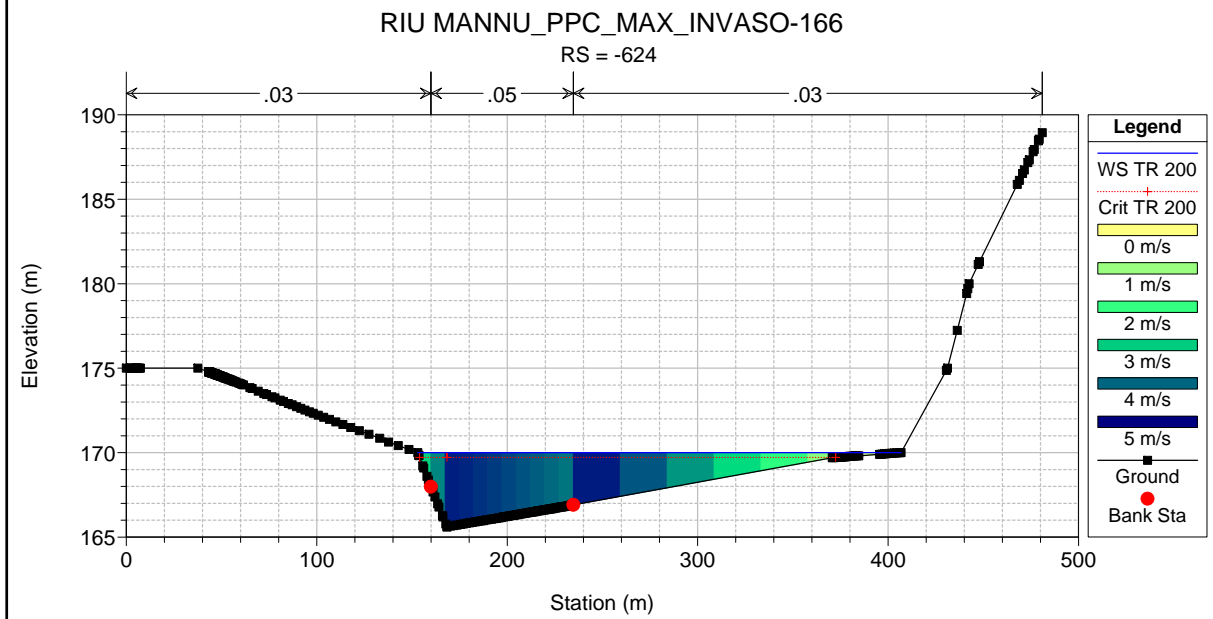
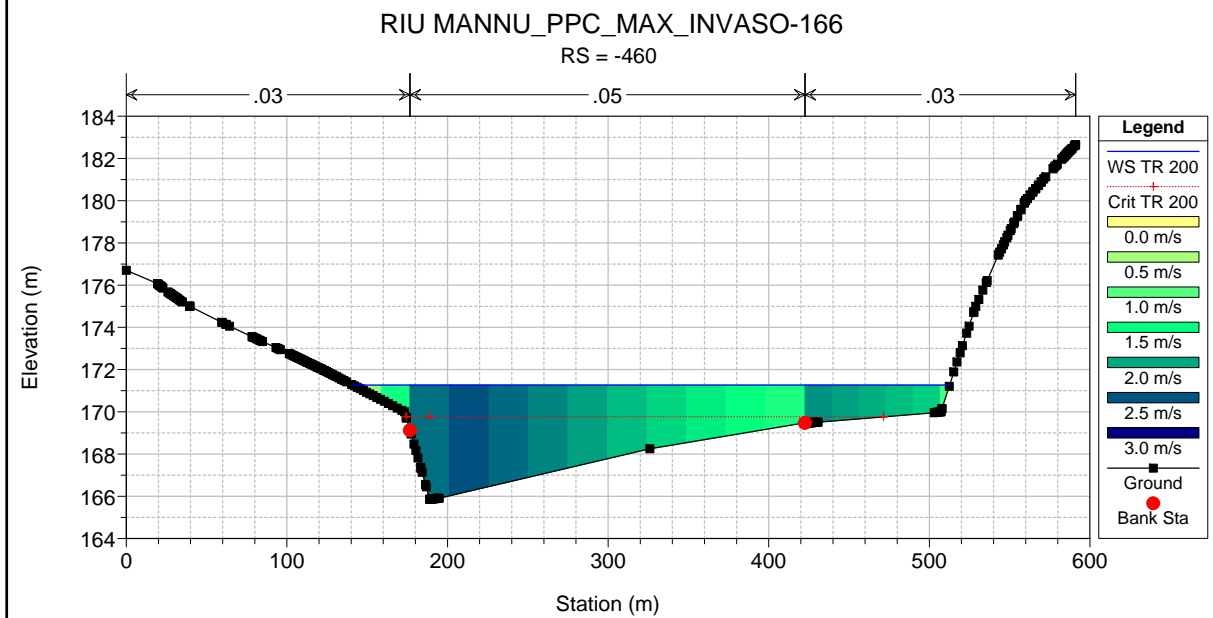
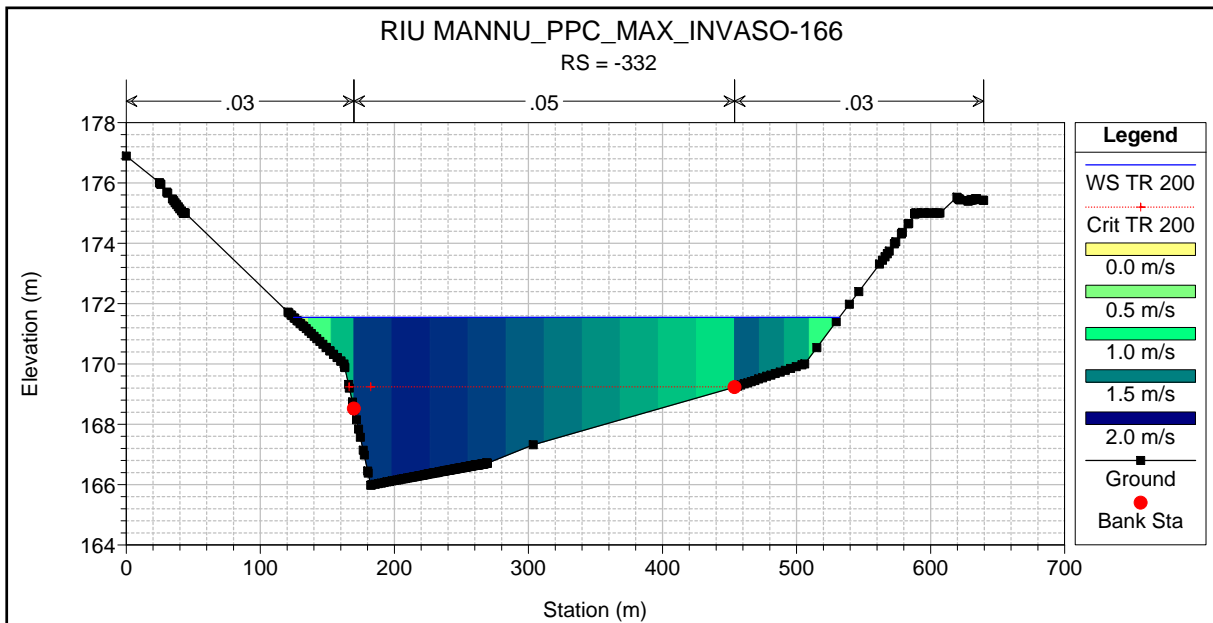
RIU MANNU RIU MANNU

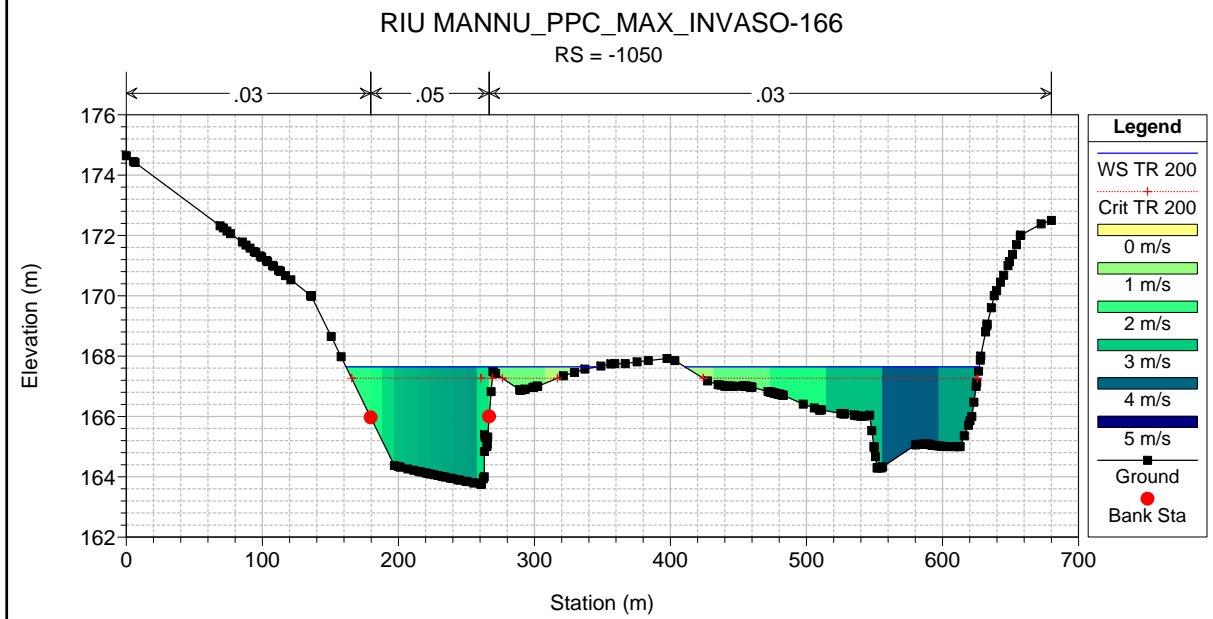
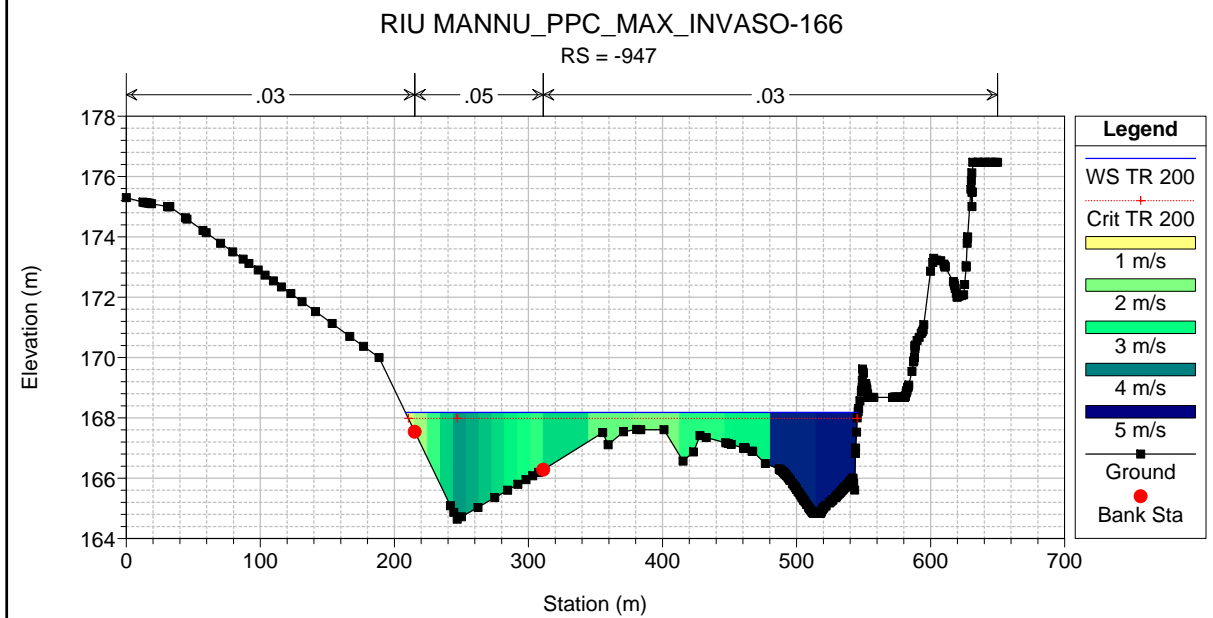
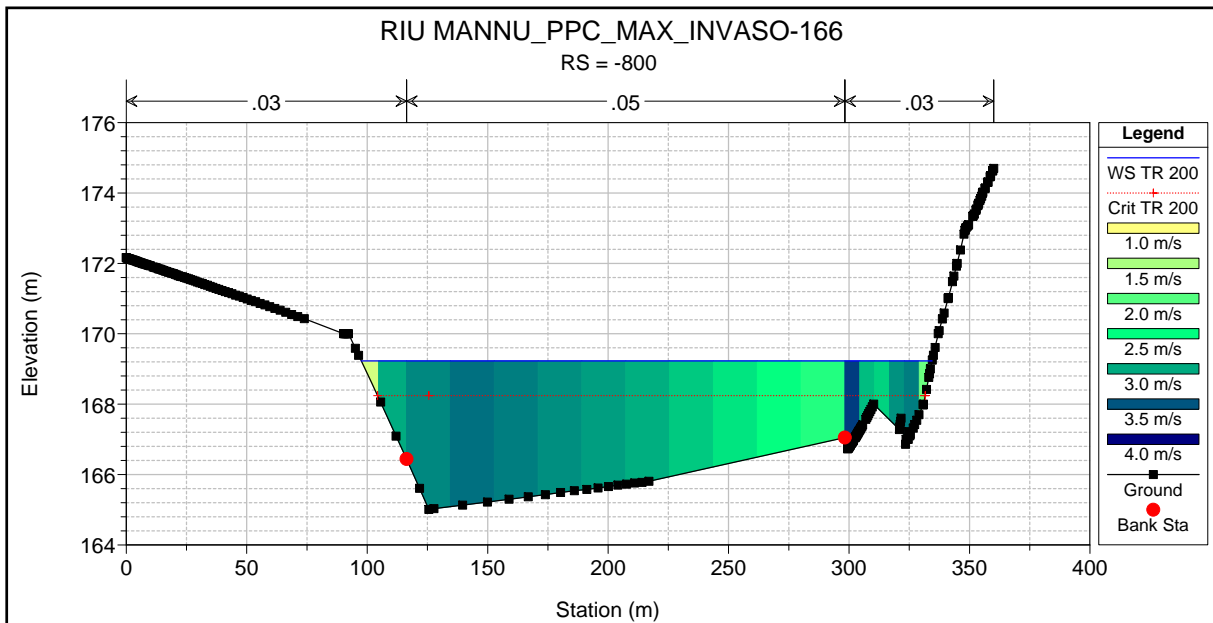


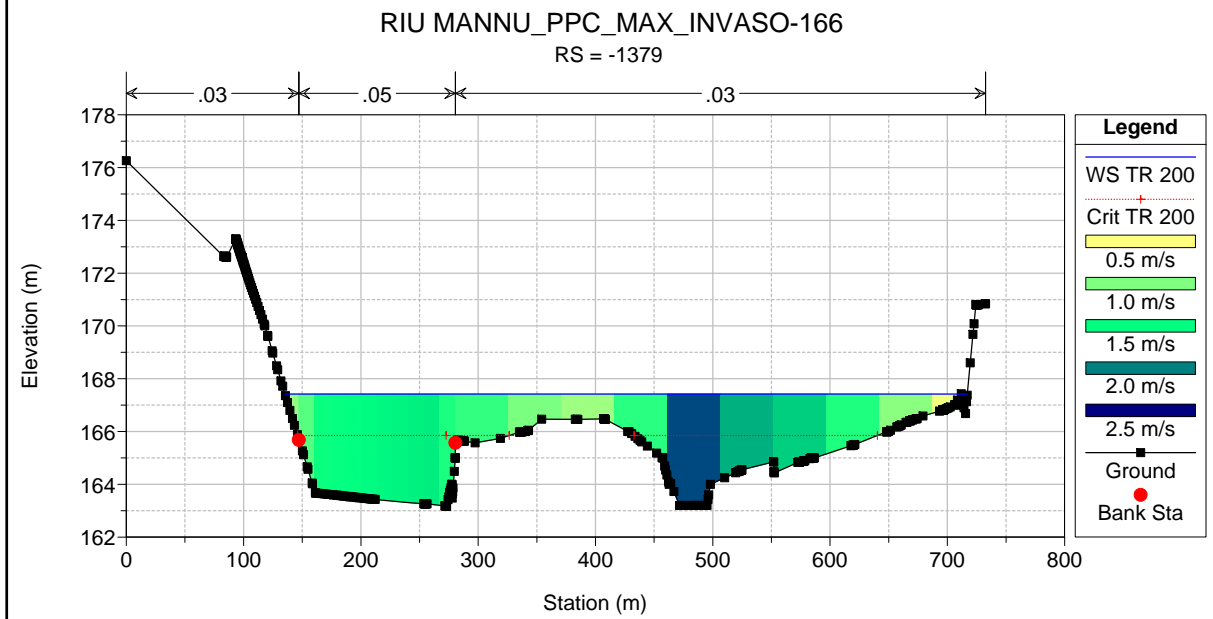
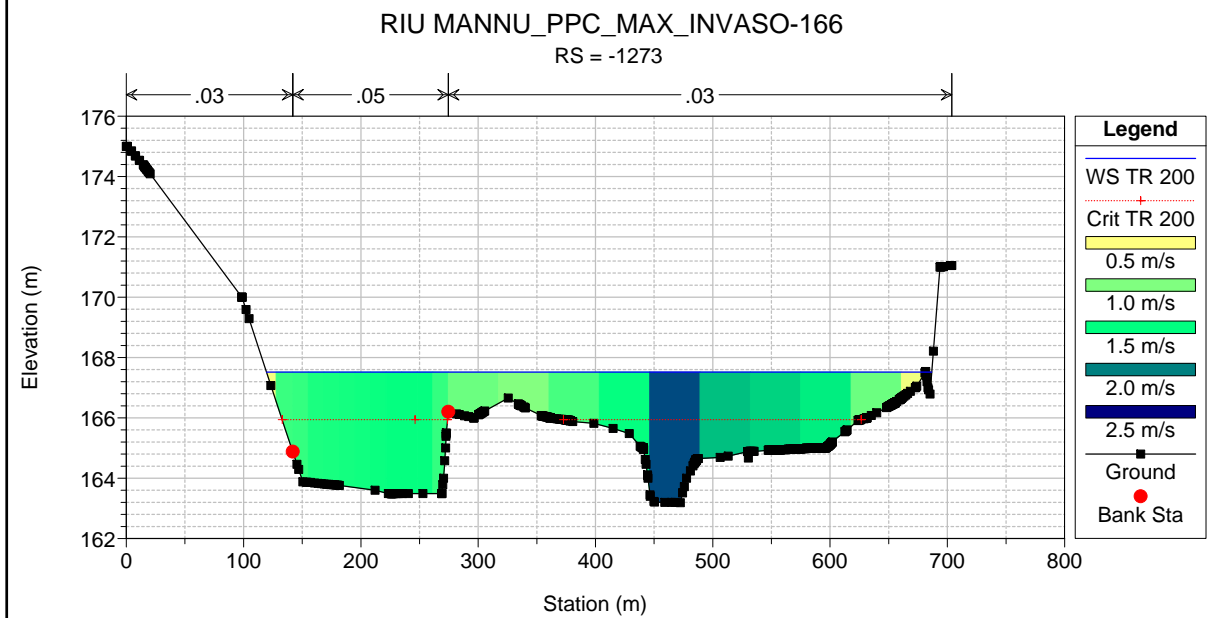
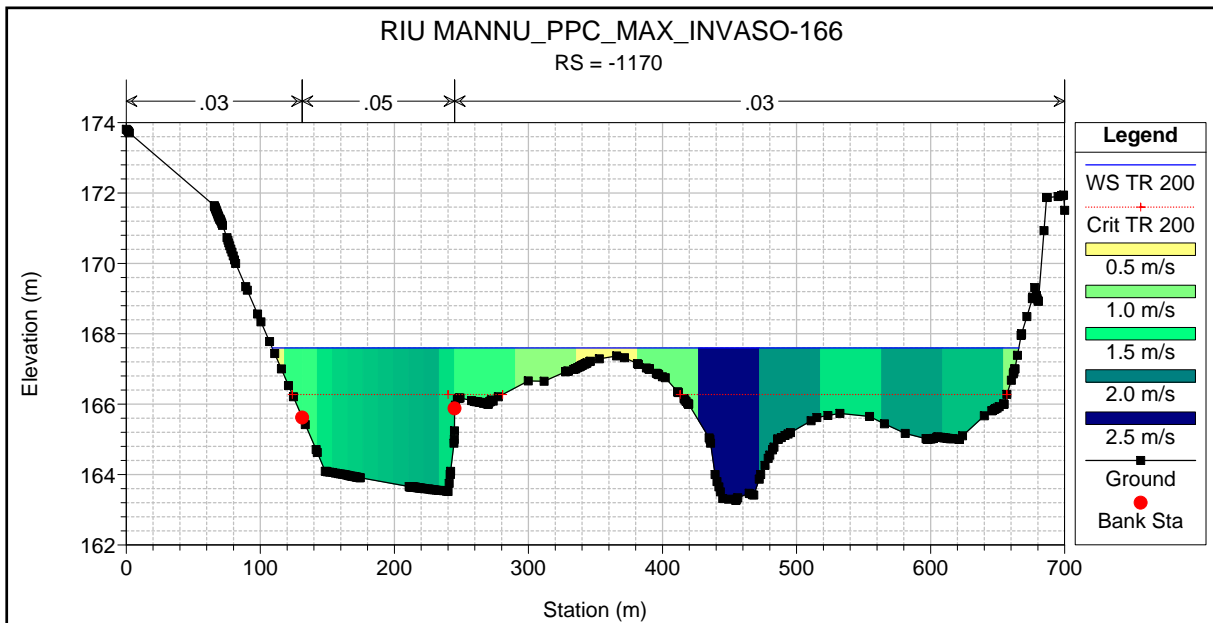
Legend

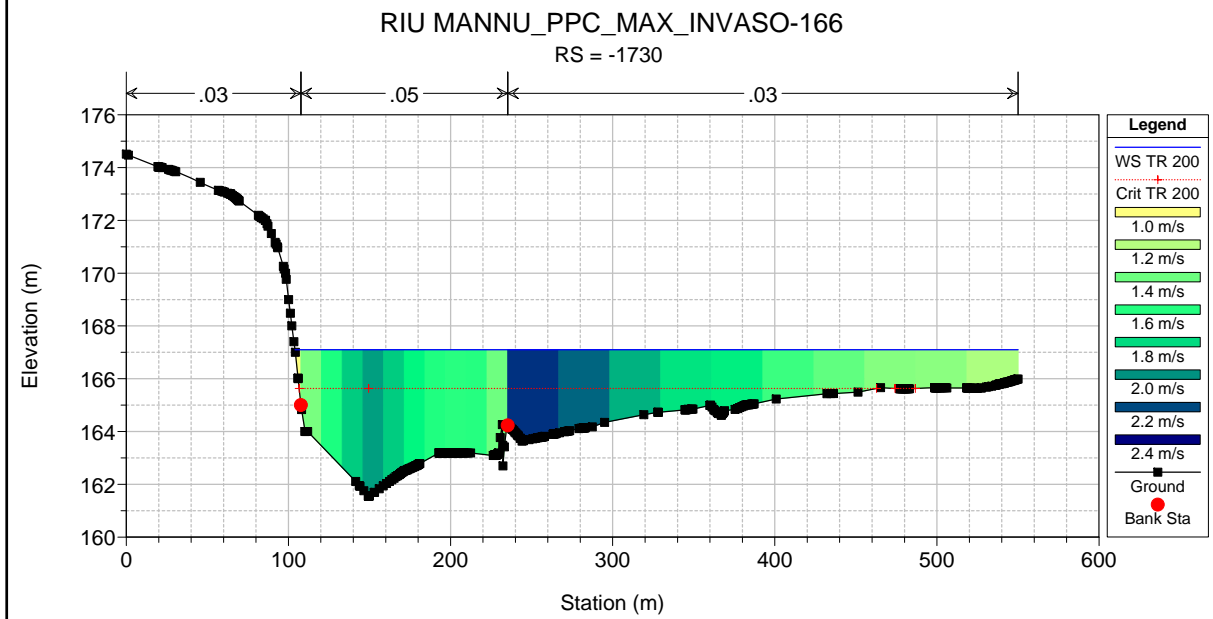
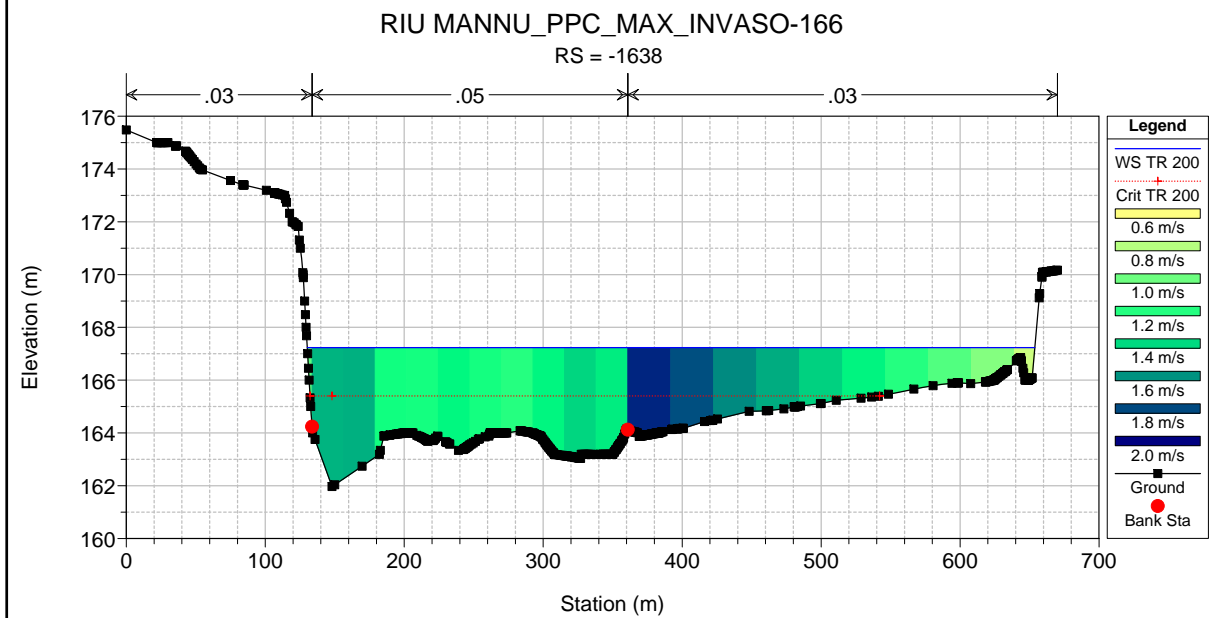
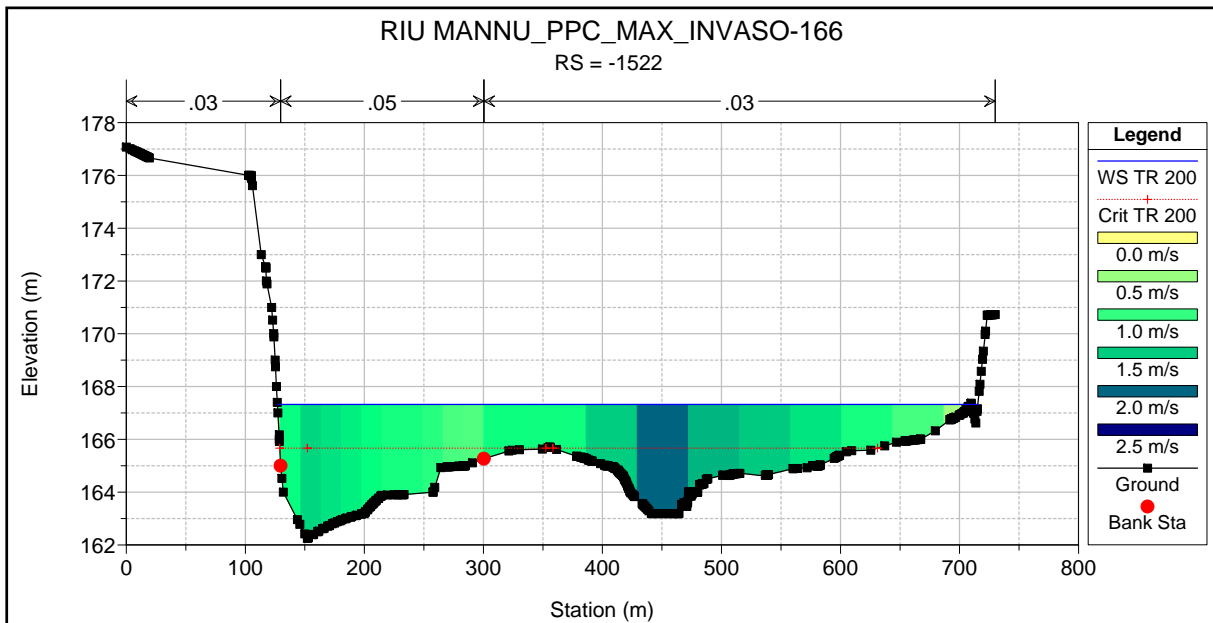
- WS TR 200
- Crit TR 200
- Ground

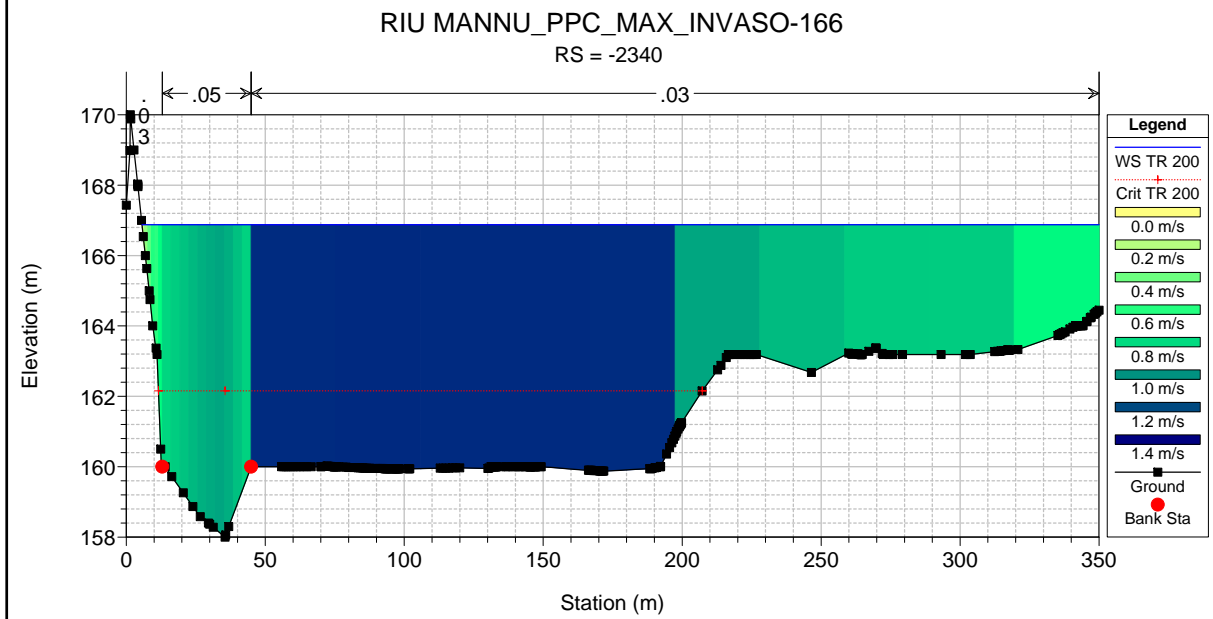
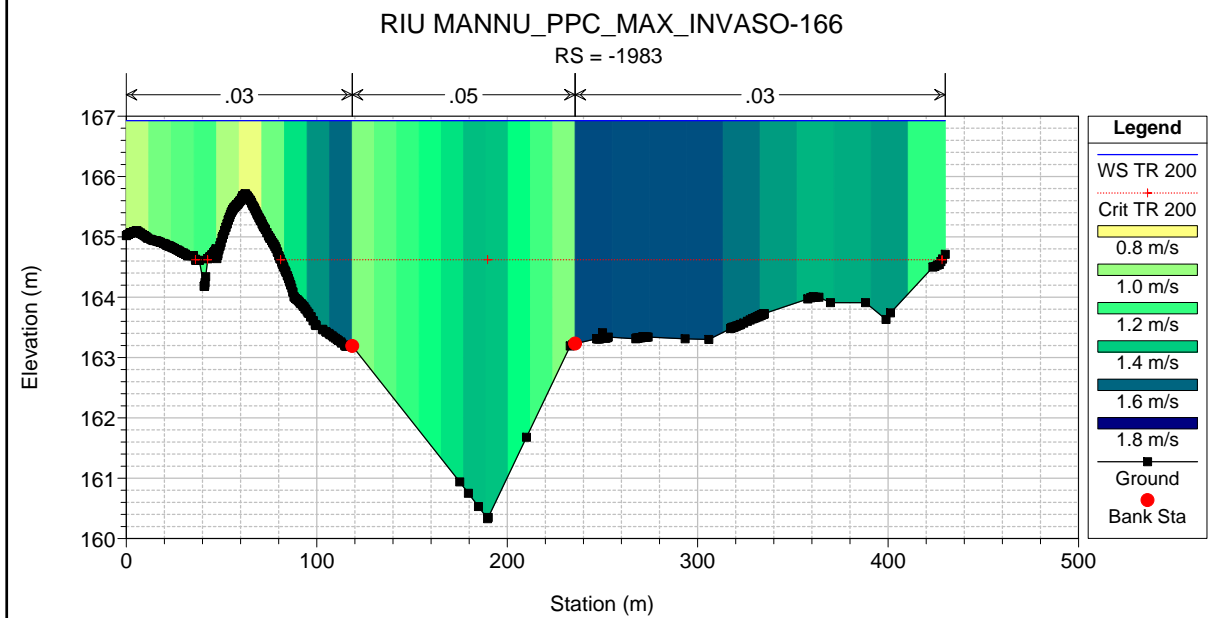
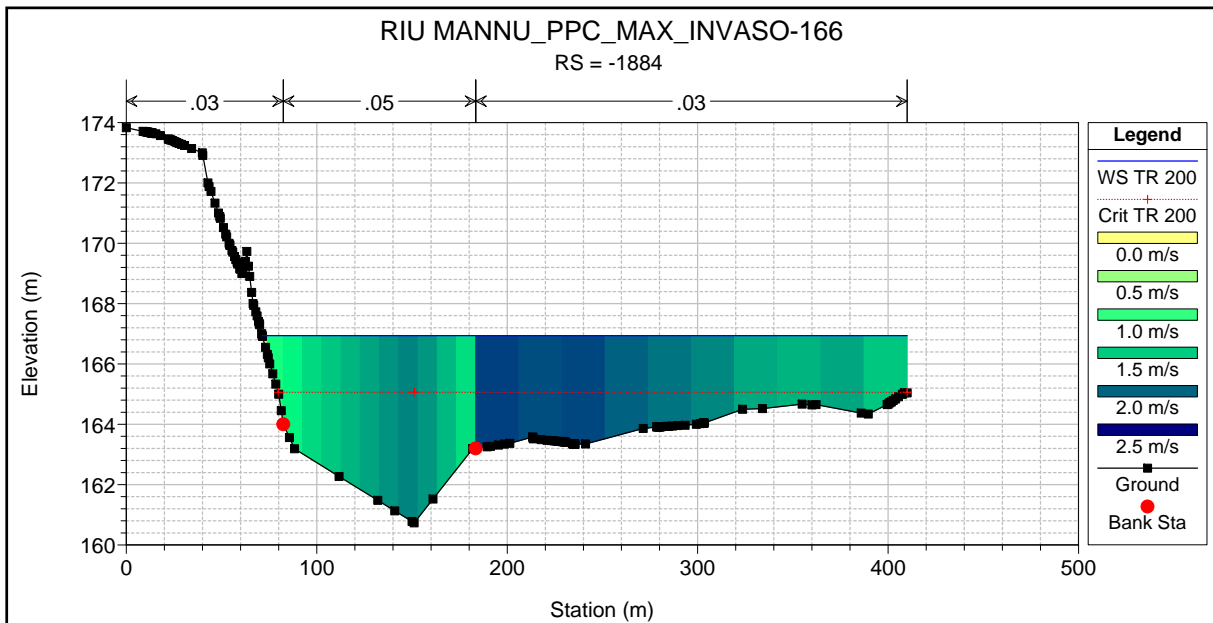


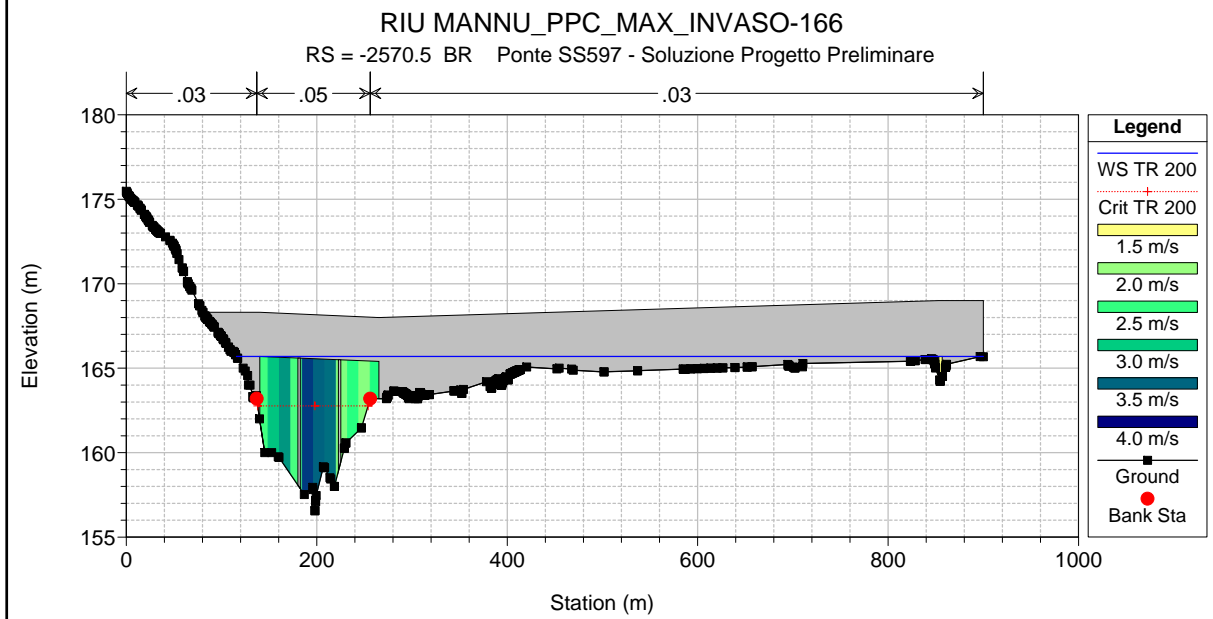
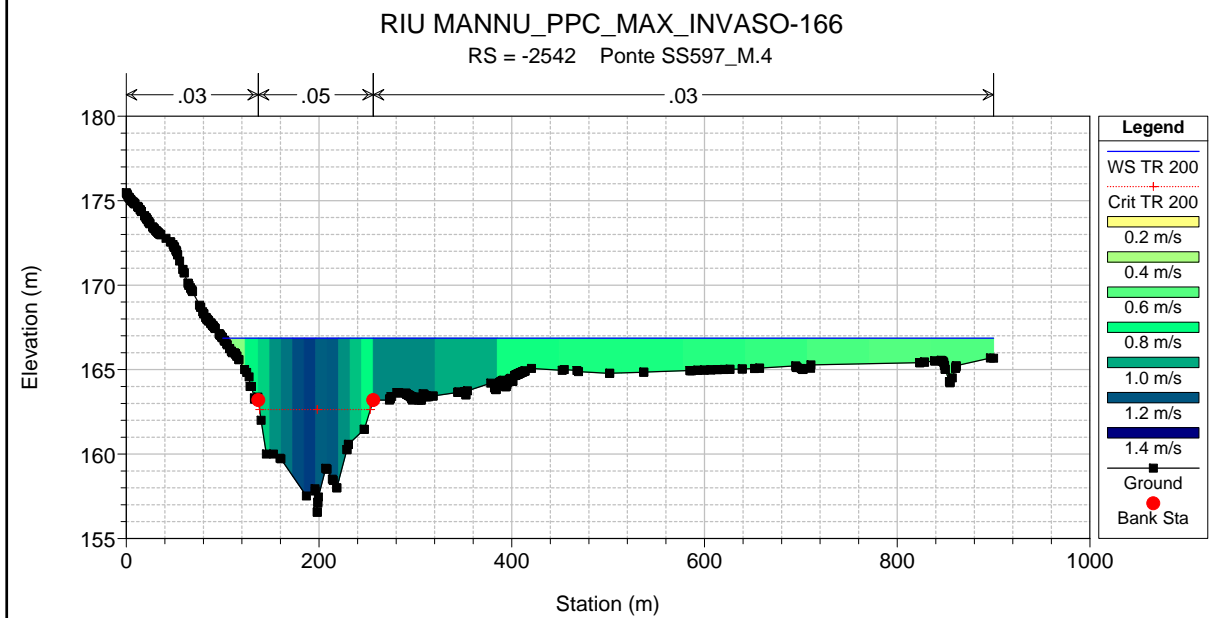
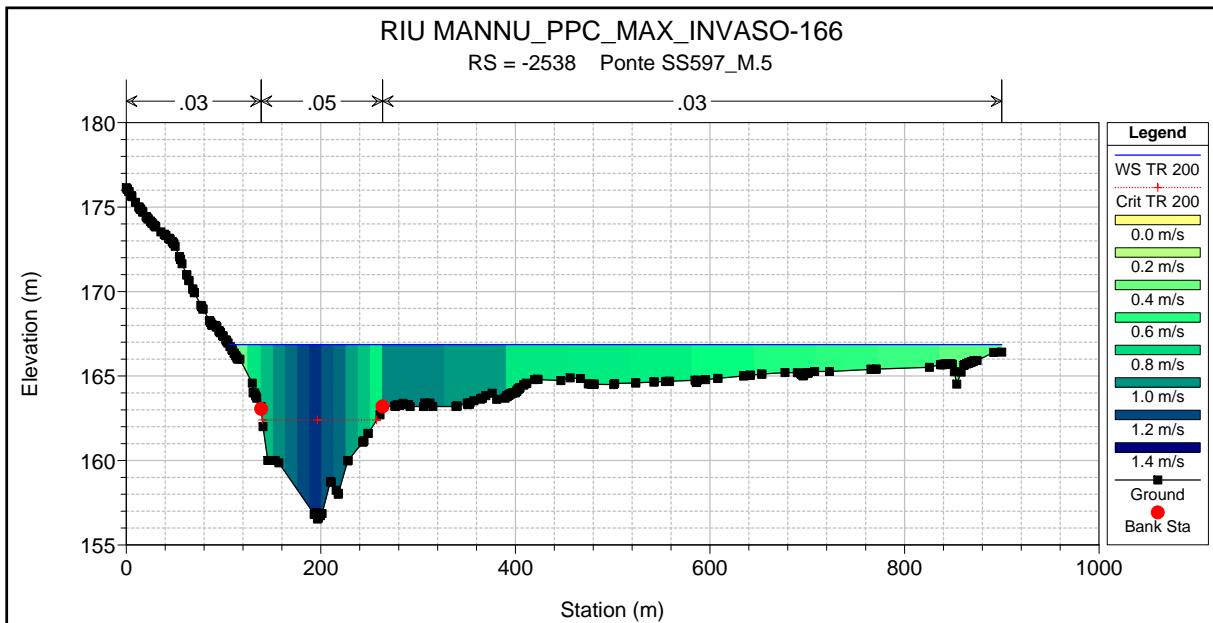


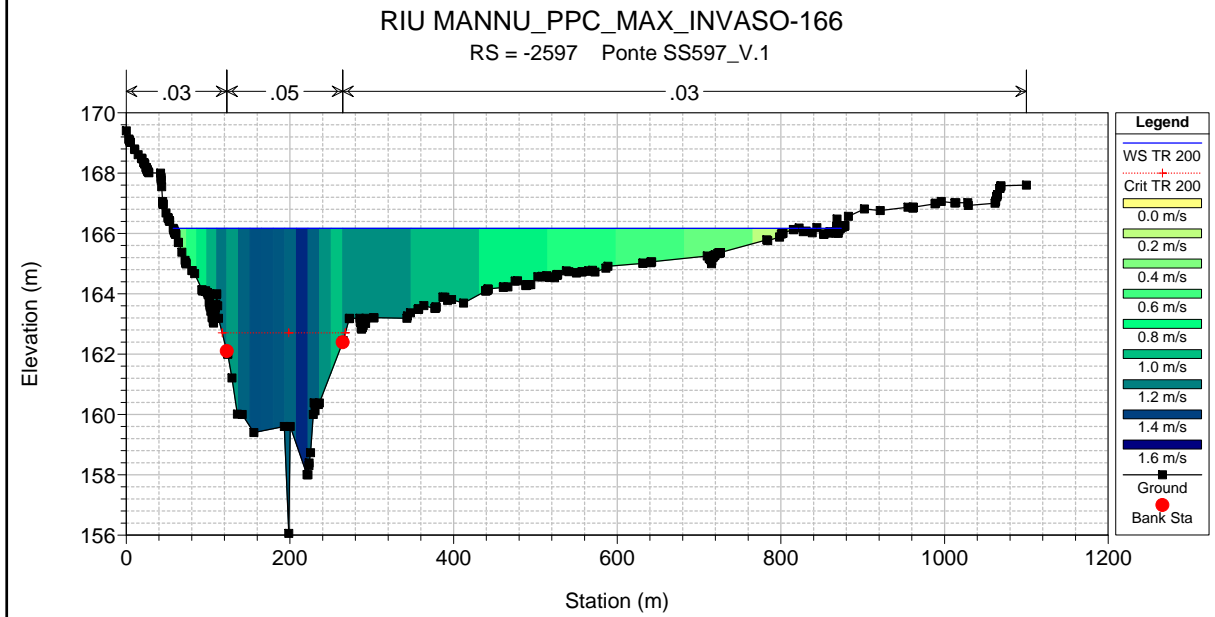
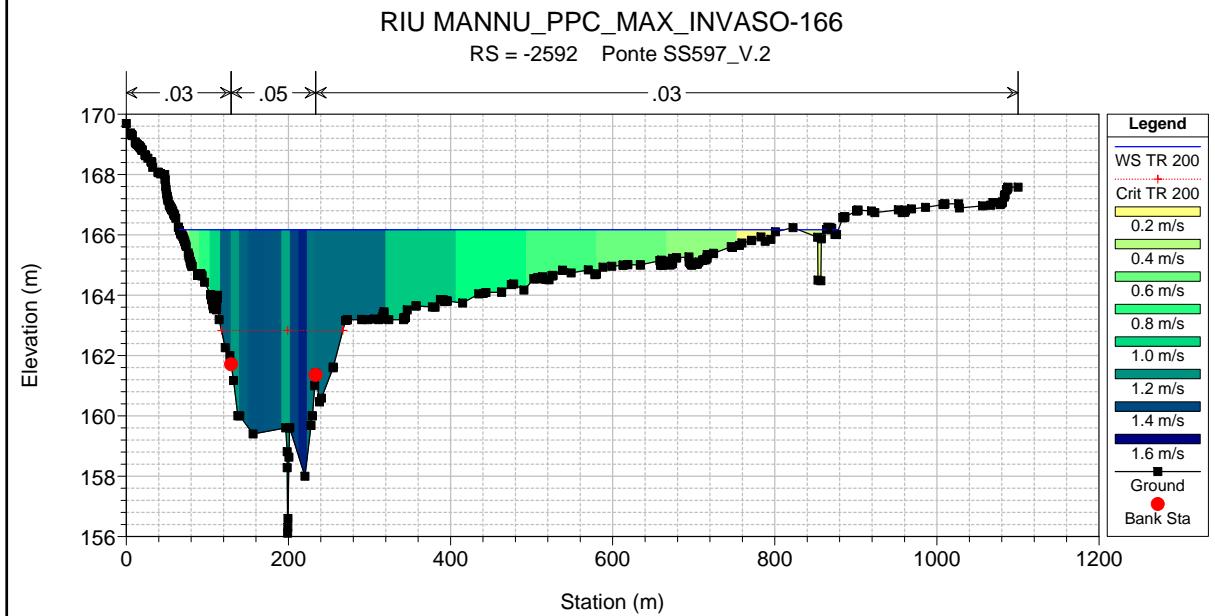
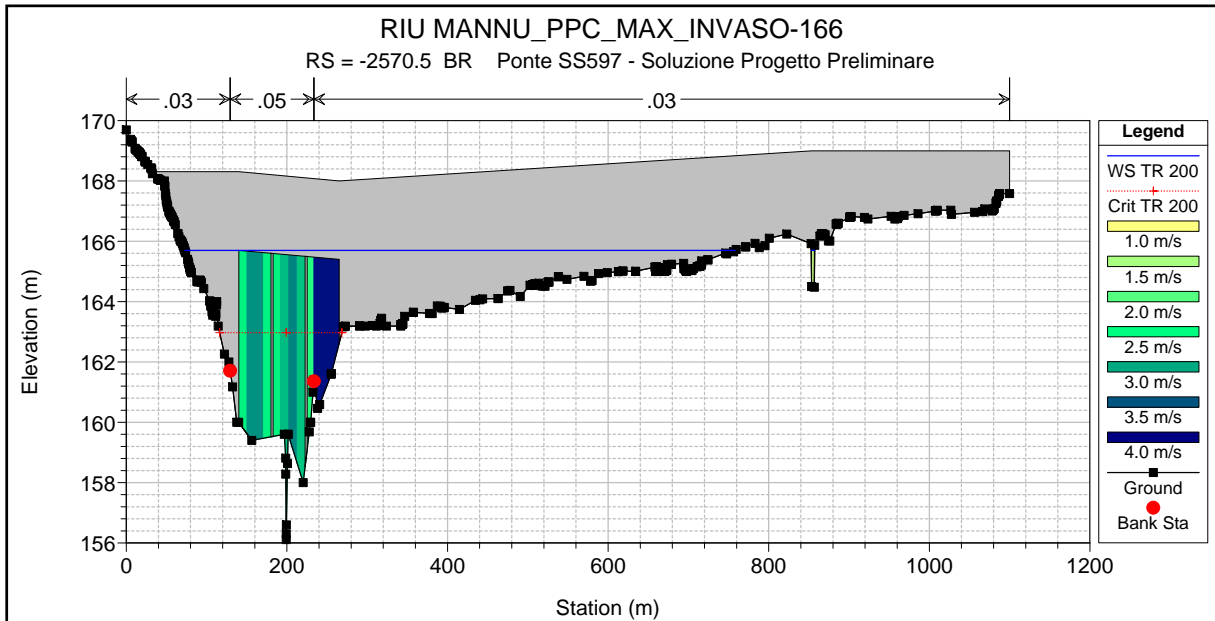


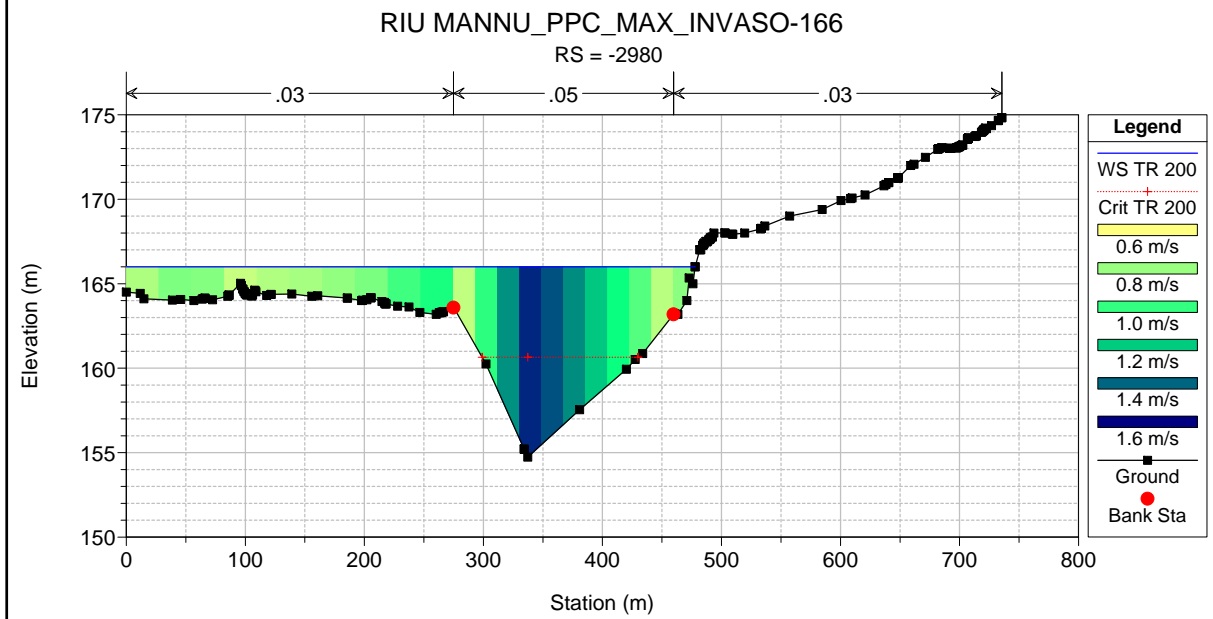
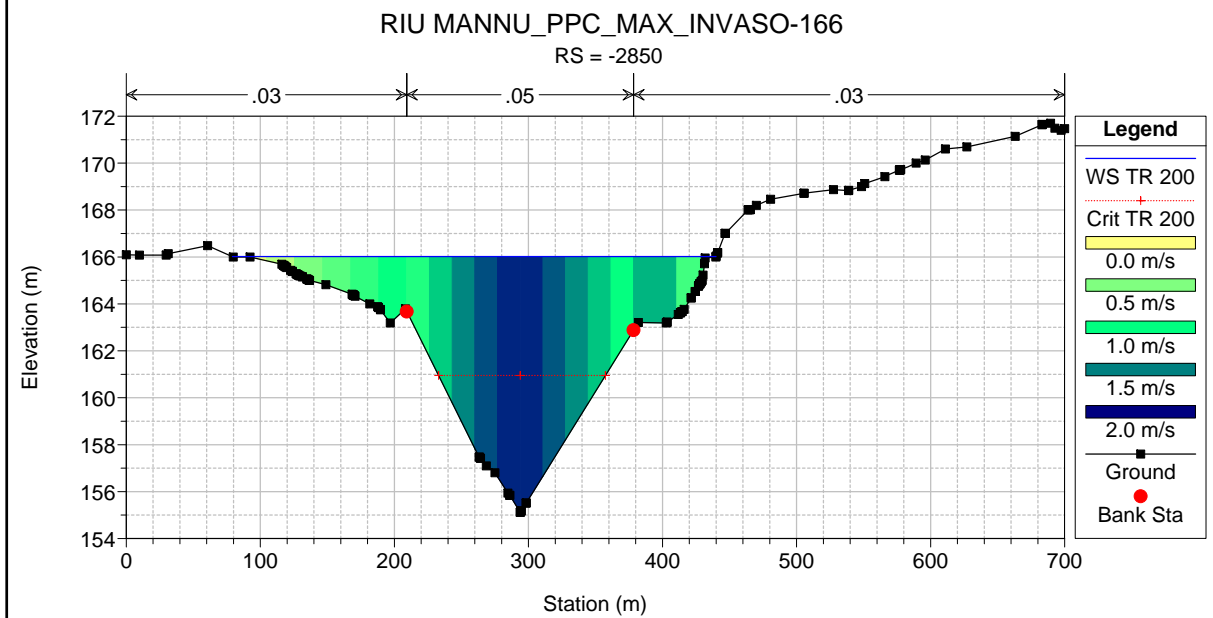
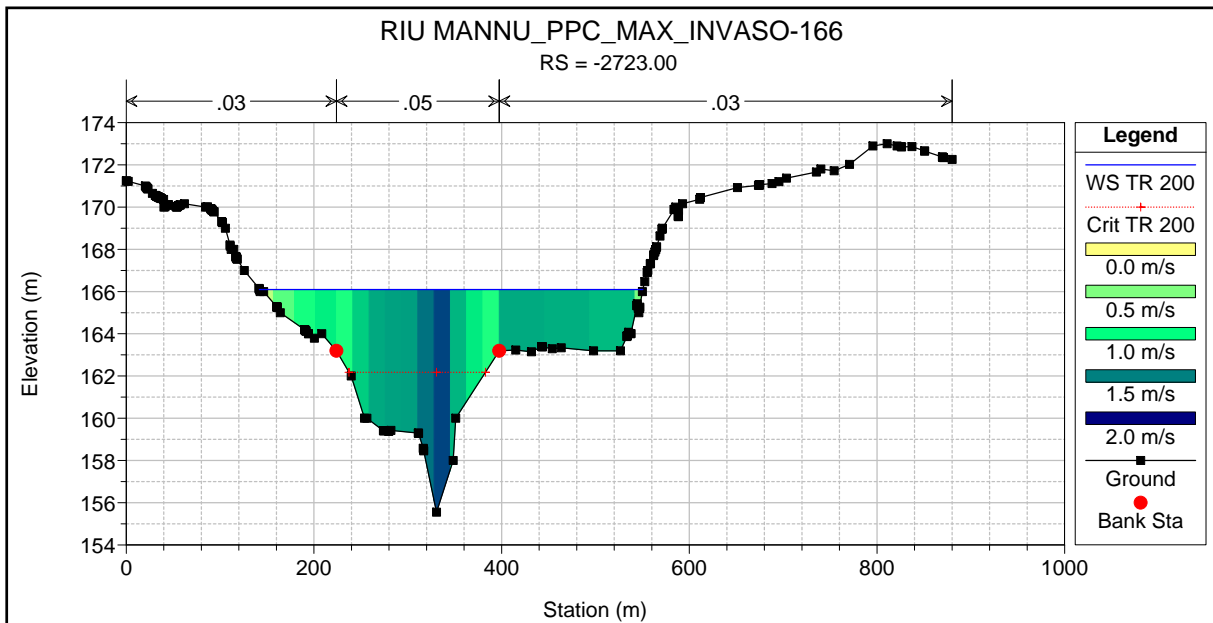






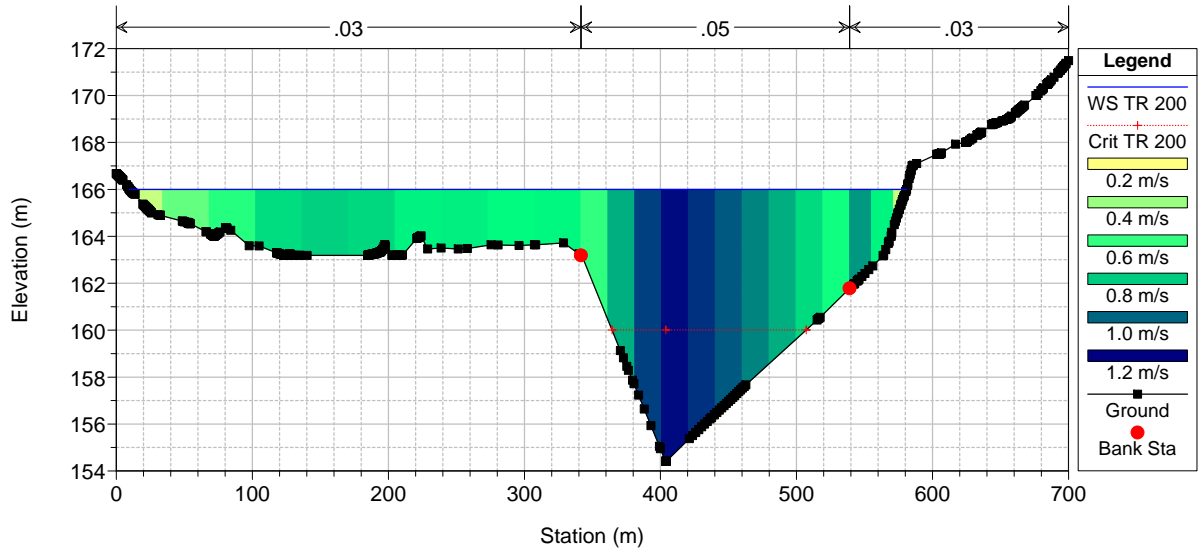






RIU MANNU_PPC_MAX_INVASO-166

RS = -3079



ALLEGATO 5.6

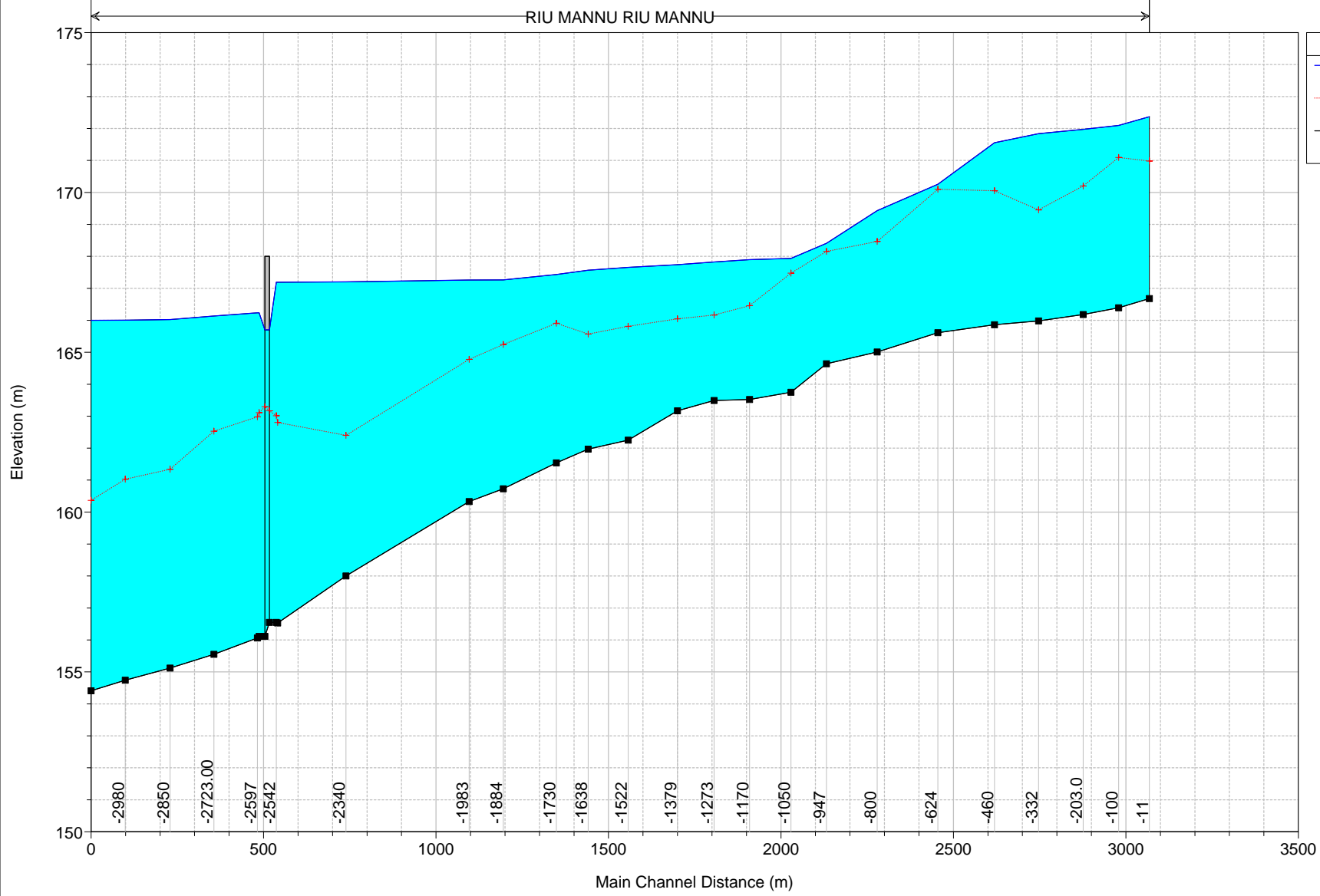
Rio Mannu di Berchidda – Configurazione: PPC
Scenario: livello massimo invaso 166 m s.l.m. del lago Coghinas
Tabella riassuntiva dei risultati, profilo idrico e sezioni trasversali con i
livelli idrici (TR 500 anni)

HEC-RAS Plan: PPC_166 River: RIU MANNU Reach: RIU MANNU Profile: TR 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
RIU MANNU	-11	TR 500	2431.0	166.68	5.69	172.37	170.98	1.39	0.22	172.46	1.4	1.3	4.0	30.6	2.01
RIU MANNU	-100	TR 500	2431.0	166.39	5.70	172.09	171.09	1.00	0.37	172.34	2.3	2.2	3.8	80.2	2.20
RIU MANNU	-203.0	TR 500	2431.0	166.18	5.79	171.97	170.20	1.77	0.29	172.15	1.9	1.8	4.1	52.9	2.74
RIU MANNU	-332	TR 500	2431.0	165.98	5.86	171.84	169.45	2.39	0.26	171.99	1.7	1.7	4.3	44.8	3.44
RIU MANNU	-460	TR 500	2431.0	165.86	5.70	171.56	170.05	1.51	0.36	171.80	2.2	2.2	3.8	75.0	2.97
RIU MANNU	-624	TR 500	2431.0	165.61	4.65	170.26	170.10	0.16	0.70	171.15	4.3	4.2	3.9	294.0	2.24
RIU MANNU	-800	TR 500	2431.0	165.01	4.42	169.43	168.47	0.96	0.55	169.97	3.3	3.3	3.5	171.0	3.11
RIU MANNU	-947	TR 500	2431.0	164.64	3.77	168.41	168.15	0.26	0.63	169.10	3.2	3.6	2.7	184.6	1.96
RIU MANNU	-1050	TR 500	2431.0	163.75	4.19	167.94	167.47	0.47	0.56	168.41	3.4	3.0	3.6	180.4	1.71
RIU MANNU	-1170	TR 500	2431.0	163.52	4.63	167.90	166.46	1.44	0.27	168.06	1.7	1.8	3.9	44.0	2.43
RIU MANNU	-1273	TR 500	2431.0	163.49	4.64	167.82	166.17	1.65	0.23	167.95	1.4	1.6	4.1	31.9	2.71
RIU MANNU	-1379	TR 500	2431.0	163.17	4.57	167.74	166.05	1.69	0.23	167.87	1.5	1.6	4.1	33.6	2.64
RIU MANNU	-1522	TR 500	2431.0	162.25	5.40	167.65	165.81	1.84	0.20	167.76	1.2	1.4	3.9	23.8	2.91
RIU MANNU	-1638	TR 500	2431.0	161.97	5.60	167.57	165.57	2.00	0.22	167.68	1.4	1.5	4.1	29.3	3.14
RIU MANNU	-1730	TR 500	2431.0	161.54	5.89	167.43	165.91	1.52	0.25	167.60	1.7	1.8	4.5	43.1	3.03
RIU MANNU	-1884	TR 500	2431.0	160.73	6.54	167.27	165.24	2.03	0.24	167.46	1.7	1.9	5.2	41.3	3.75
RIU MANNU	-1983	TR 500	2431.0	160.33	6.93	167.26	164.78	2.48	0.18	167.37	1.3	1.5	5.5	24.4	3.85
RIU MANNU	-2340	TR 500	2431.0	158.00	9.20	167.20	162.40	4.80	0.11	167.28	1.0	1.2	8.2	11.4	5.83
RIU MANNU	-2538	TR 500	2431.0	156.53	10.66	167.19	162.80	4.39	0.12	167.24	1.1	0.9	7.7	14.7	3.26
RIU MANNU	-2542	TR 500	2431.0	156.55	10.64	167.19	163.01	4.18	0.13	167.24	1.1	1.0	7.5	15.7	3.15
RIU MANNU	-2570.5	Bridge													
RIU MANNU	-2592	TR 500	2431.0	156.11	10.12	166.24	163.11	3.13	0.19	166.32	1.5	1.3	6.5	30.6	2.39
RIU MANNU	-2597	TR 500	2431.0	156.06	10.17	166.23	162.98	3.25	0.19	166.32	1.5	1.2	6.2	29.4	2.42
RIU MANNU	-2723.00	TR 500	2431.0	155.55	10.58	166.13	162.53	3.60	0.20	166.25	1.6	1.5	6.1	32.6	3.95
RIU MANNU	-2850	TR 500	2431.0	155.12	10.90	166.02	161.34	4.68	0.22	166.17	1.8	1.7	7.0	41.4	4.05
RIU MANNU	-2980	TR 500	2431.0	154.74	11.26	166.00	161.03	4.97	0.17	166.09	1.4	1.3	7.0	26.2	3.91
RIU MANNU	-3079	TR 500	2431.0	154.41	11.59	166.00	160.37	5.63	0.13	166.06	1.1	1.0	7.6	15.8	4.16

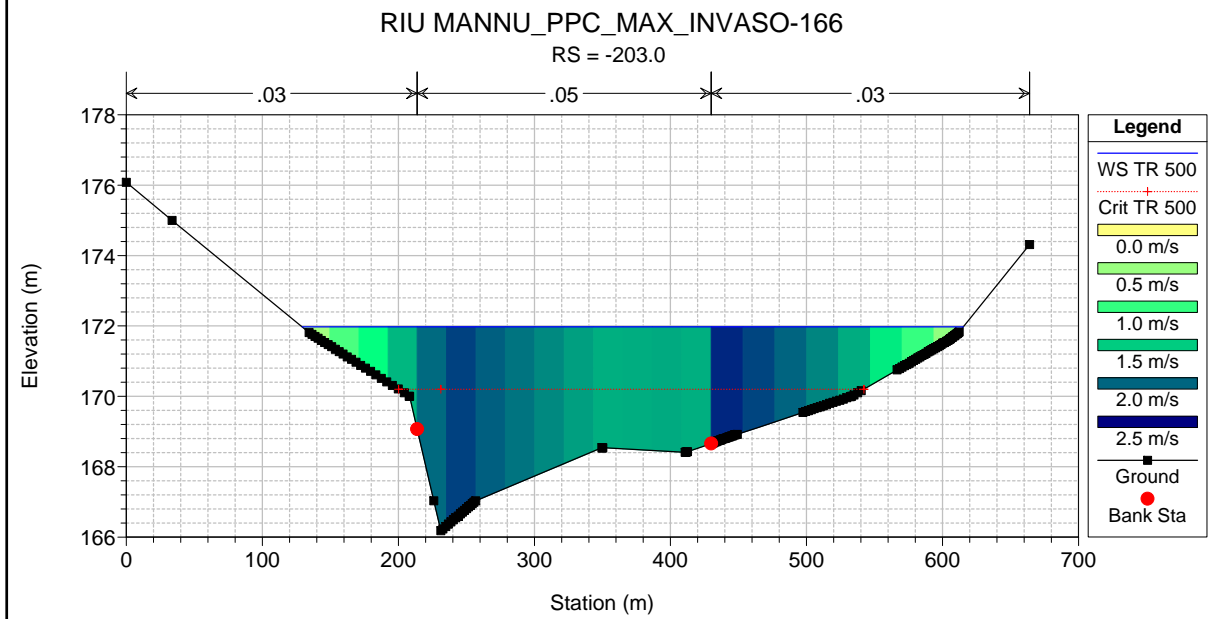
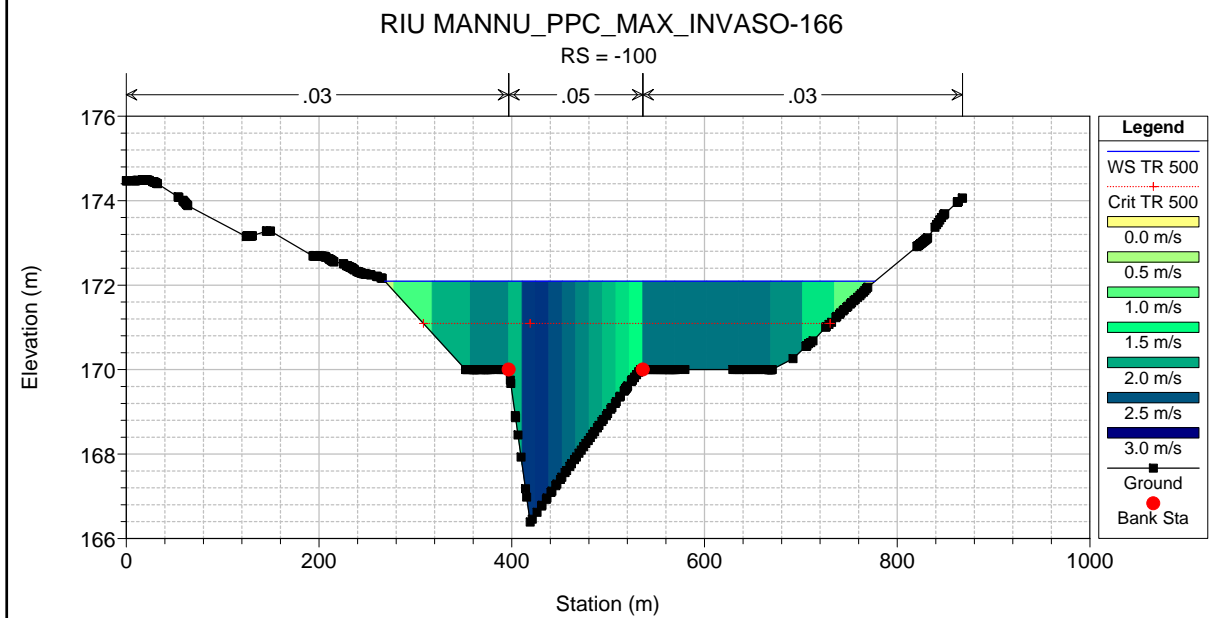
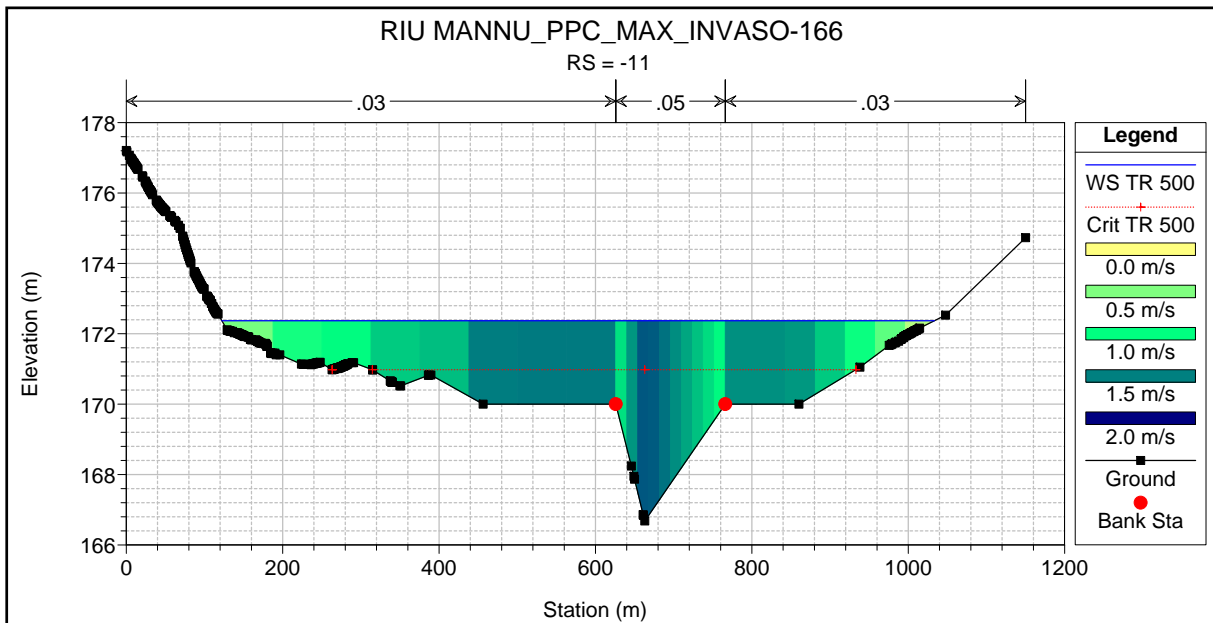
RIU MANNU_PPC_MAX_INVASO-166

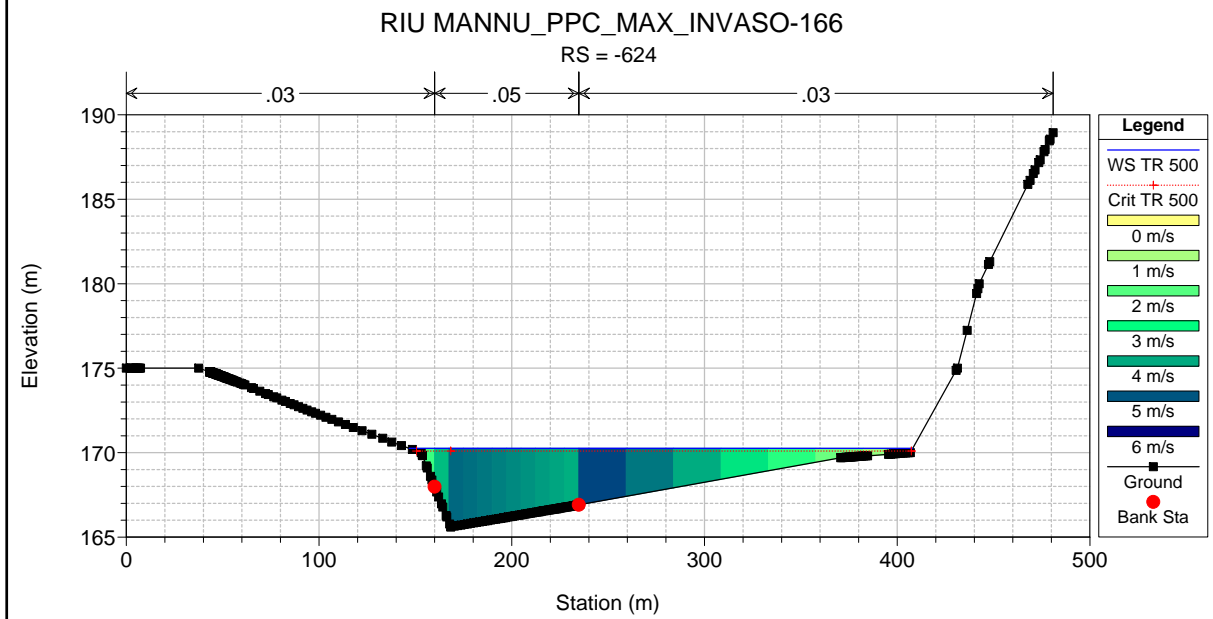
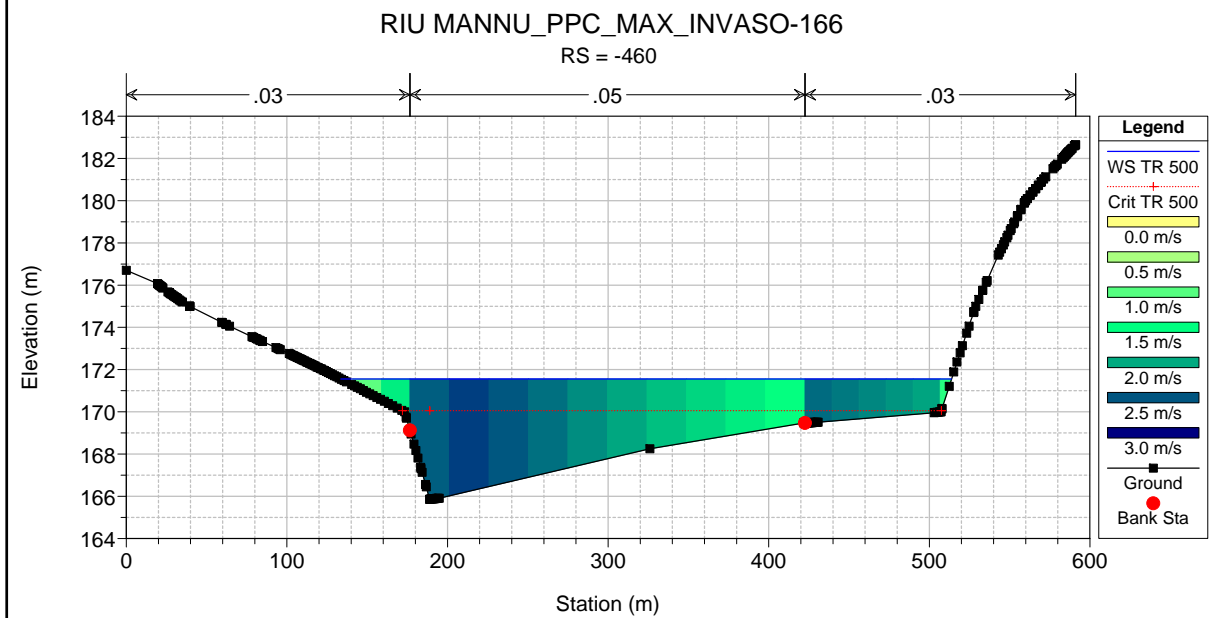
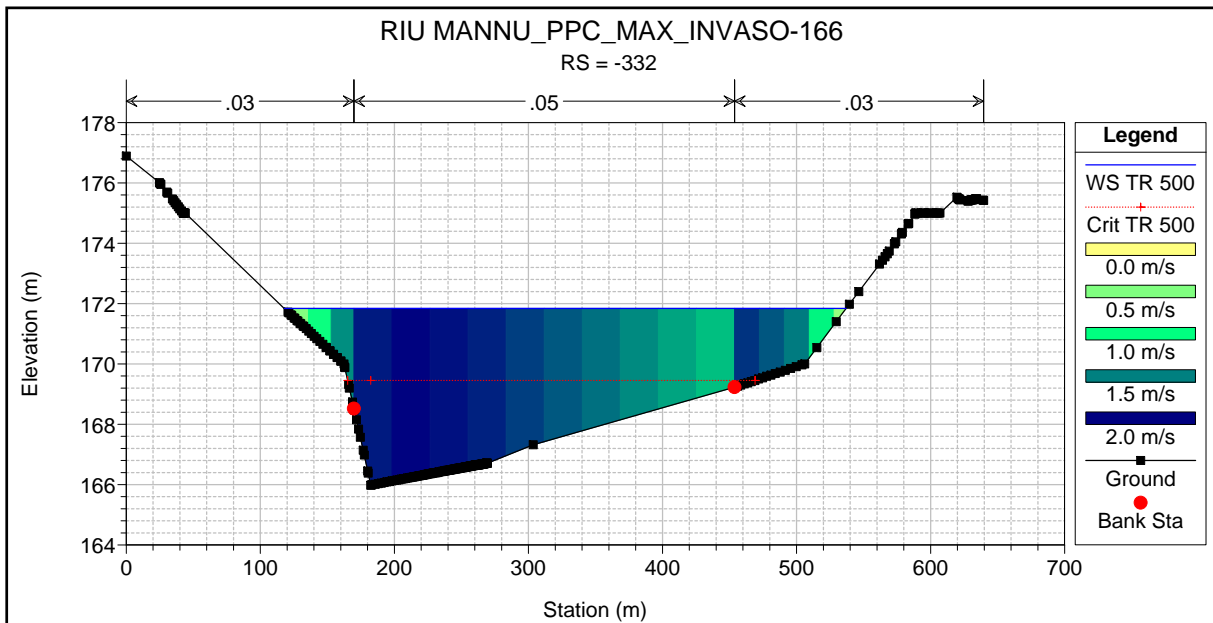
RIU MANNU RIU MANNU

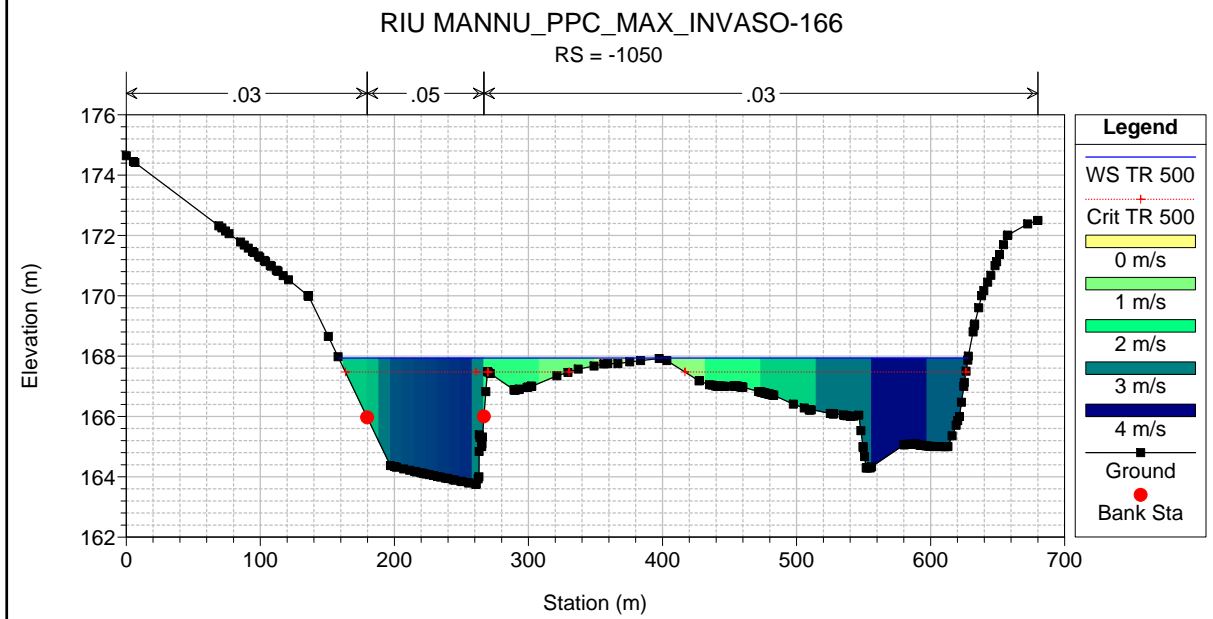
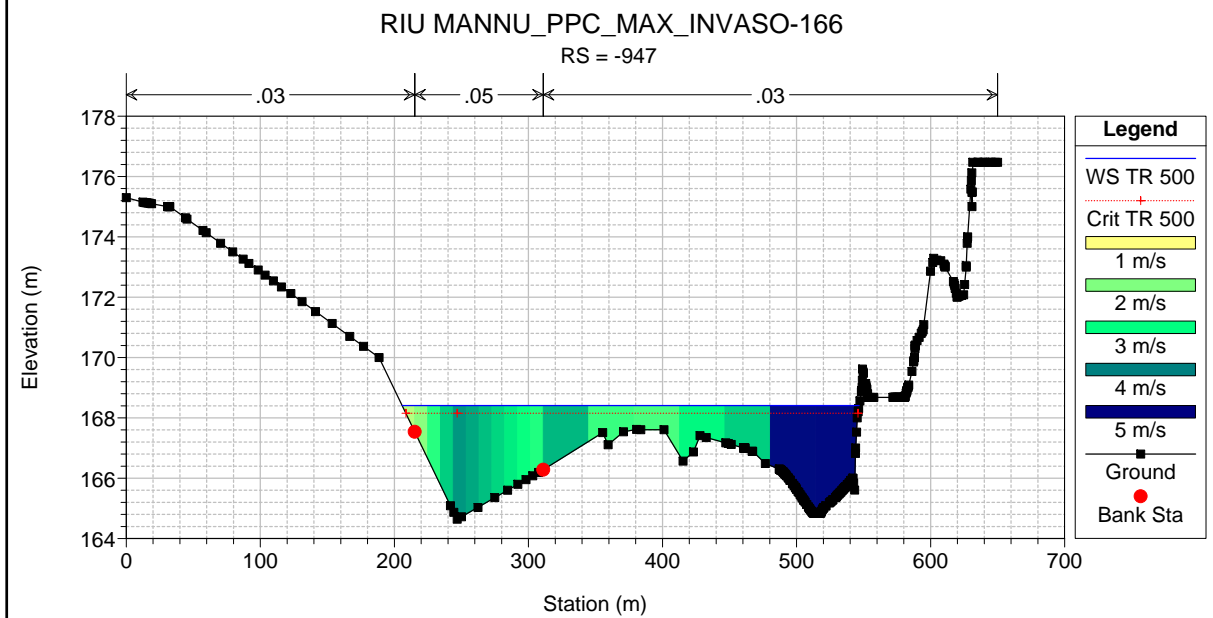
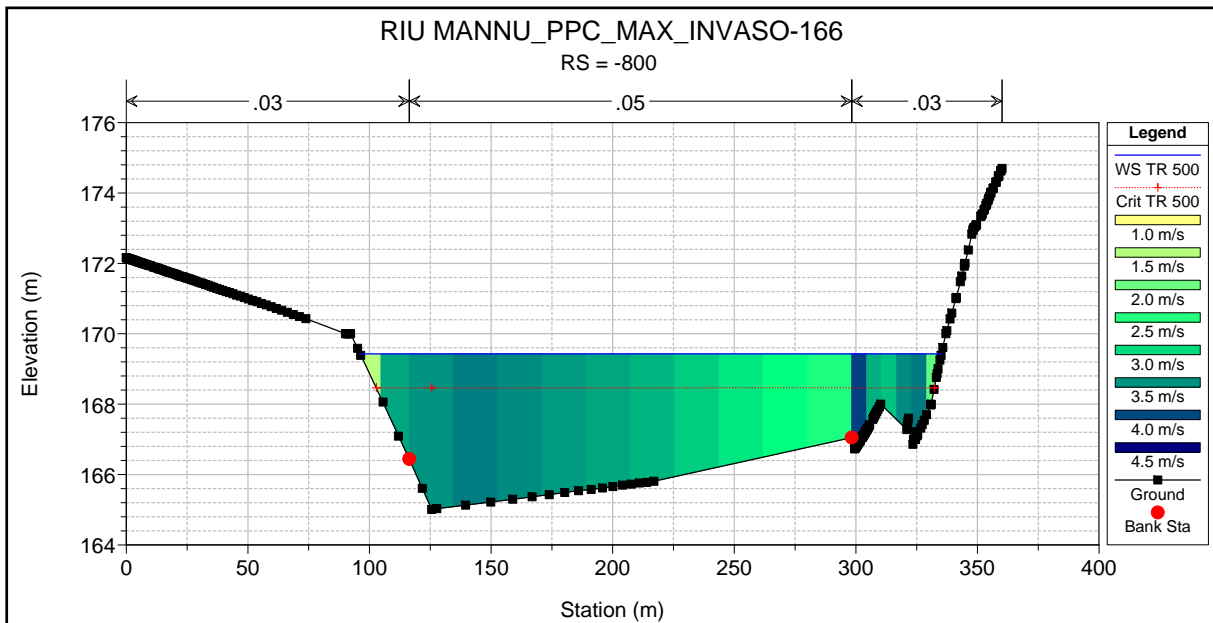


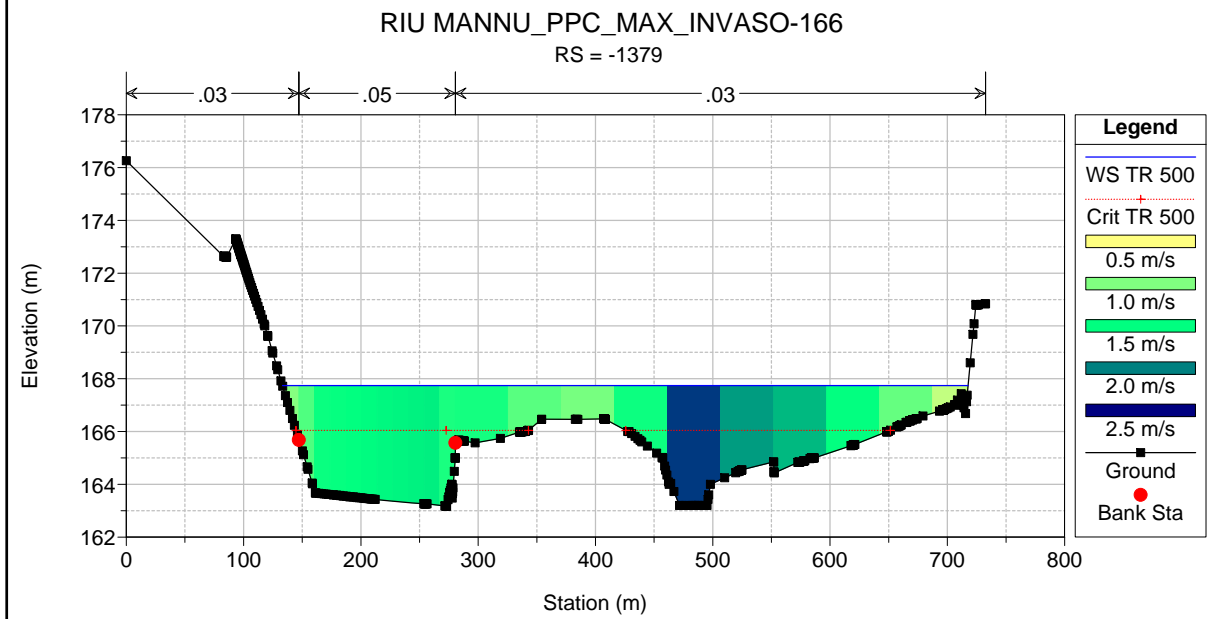
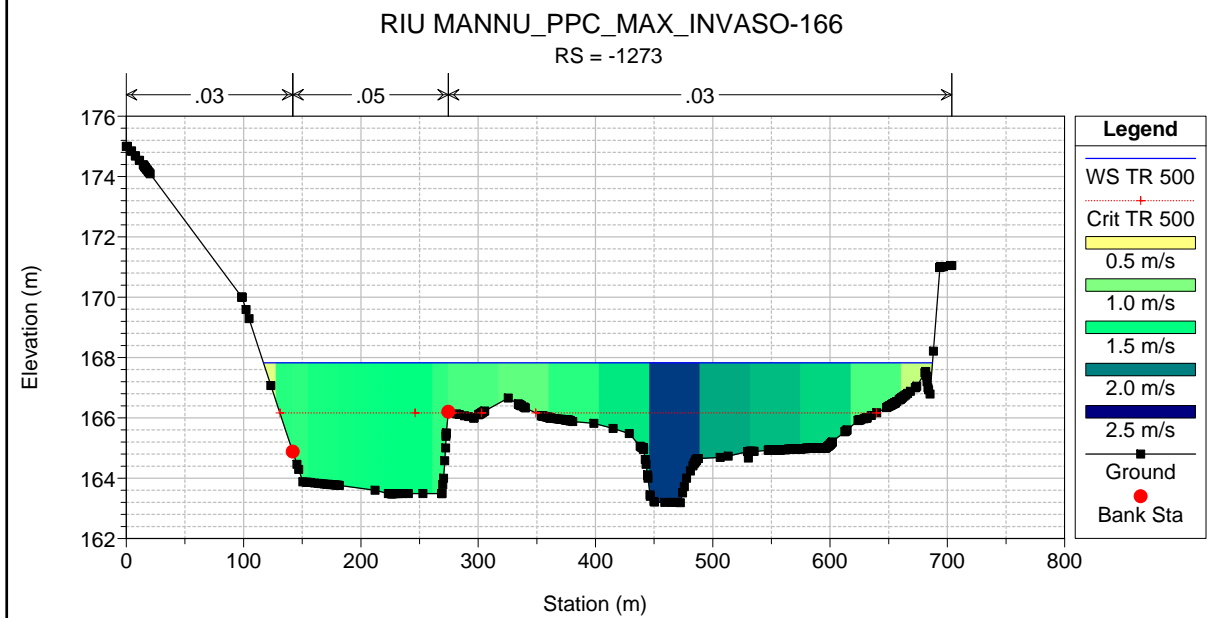
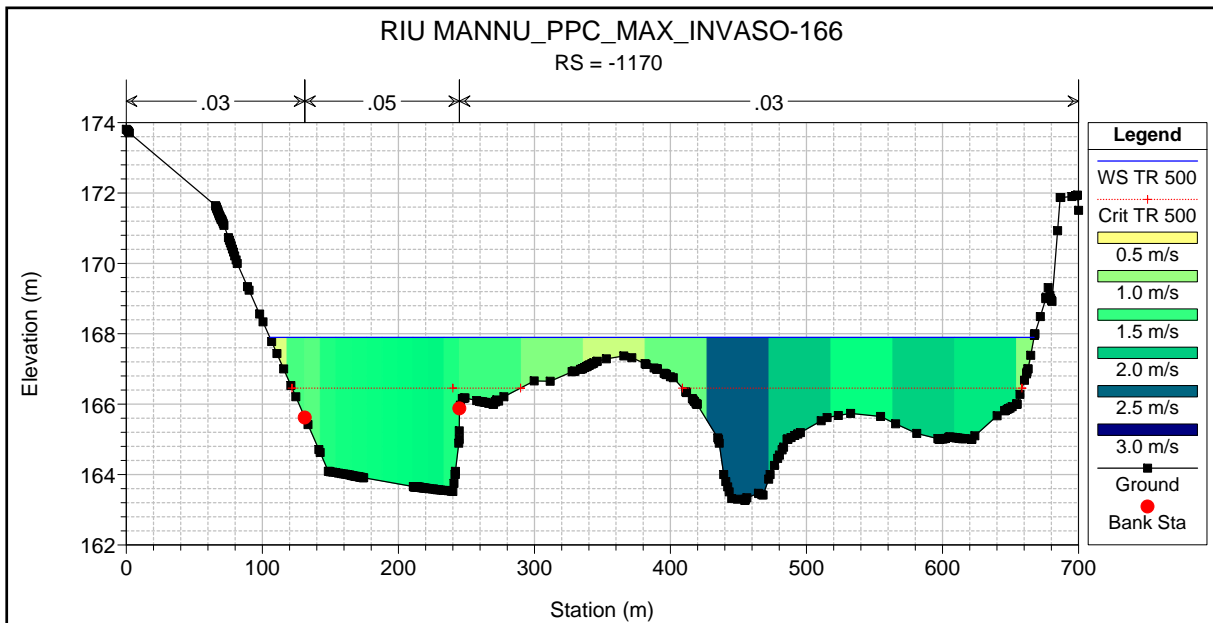
Legend

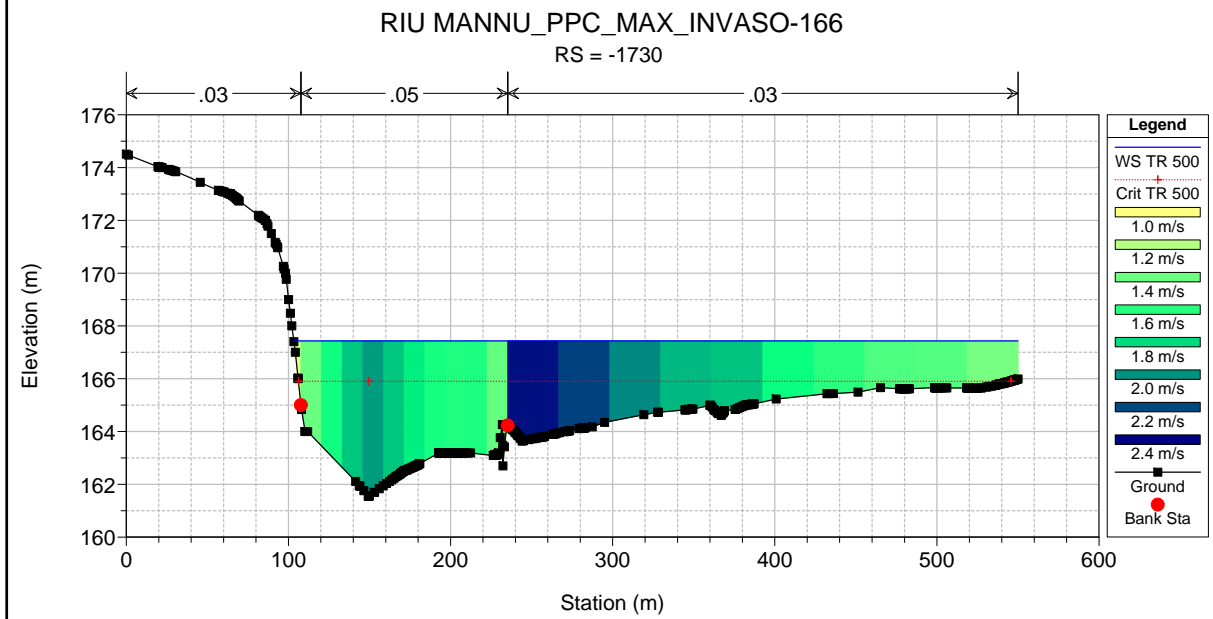
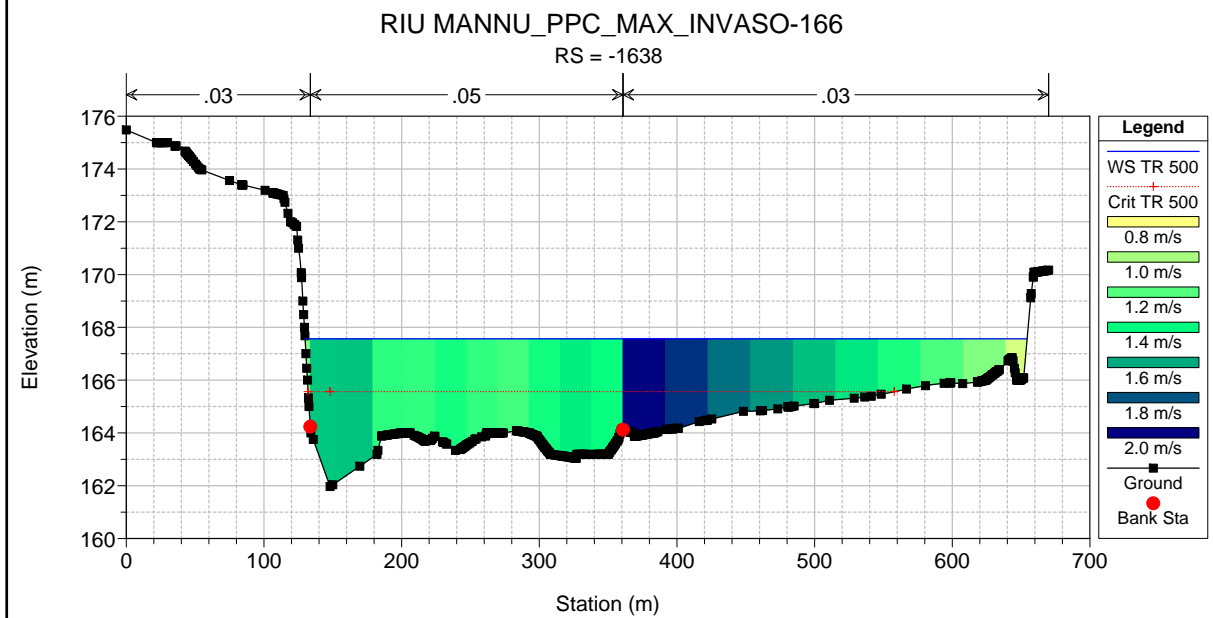
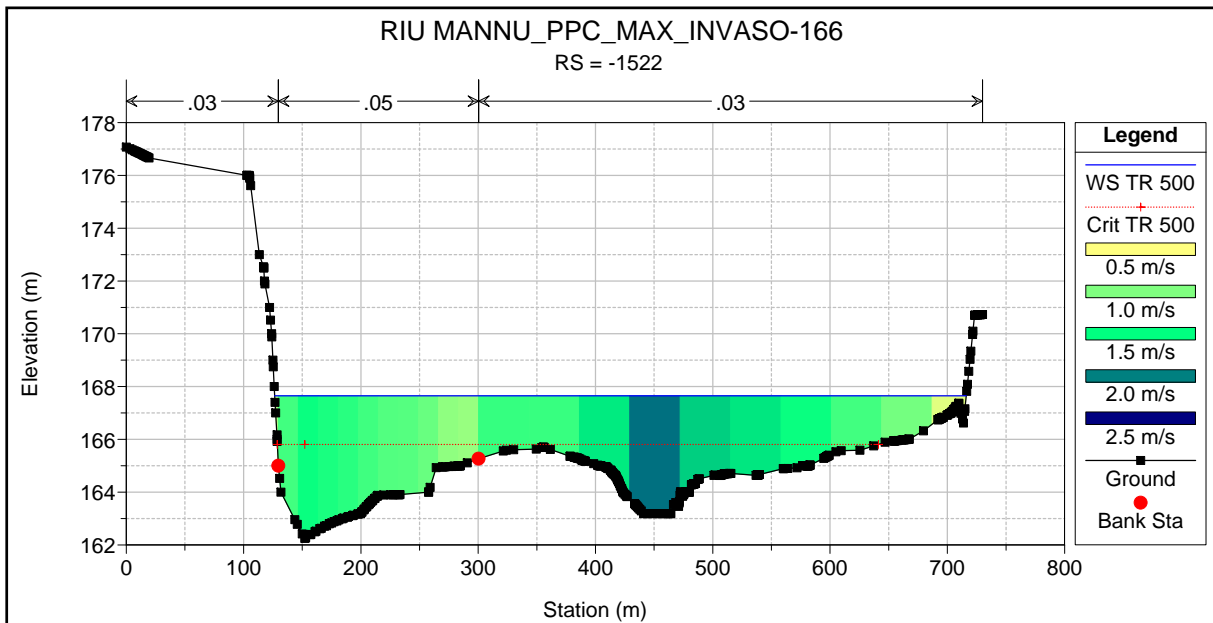
- WS TR 500
- Crit TR 500
- Ground

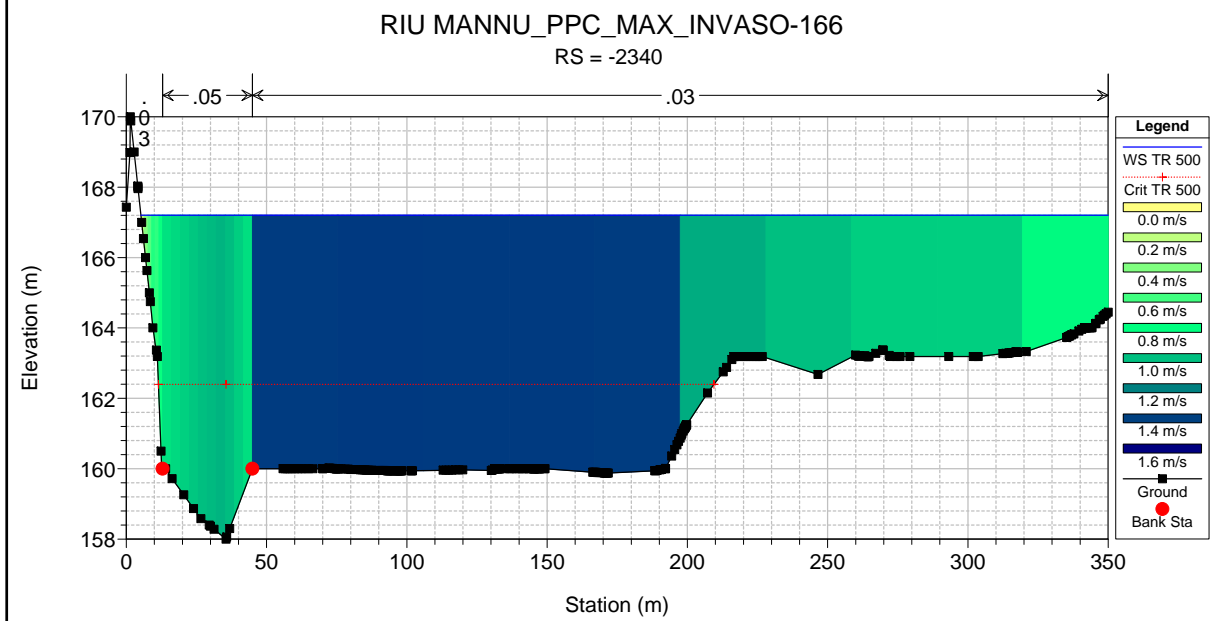
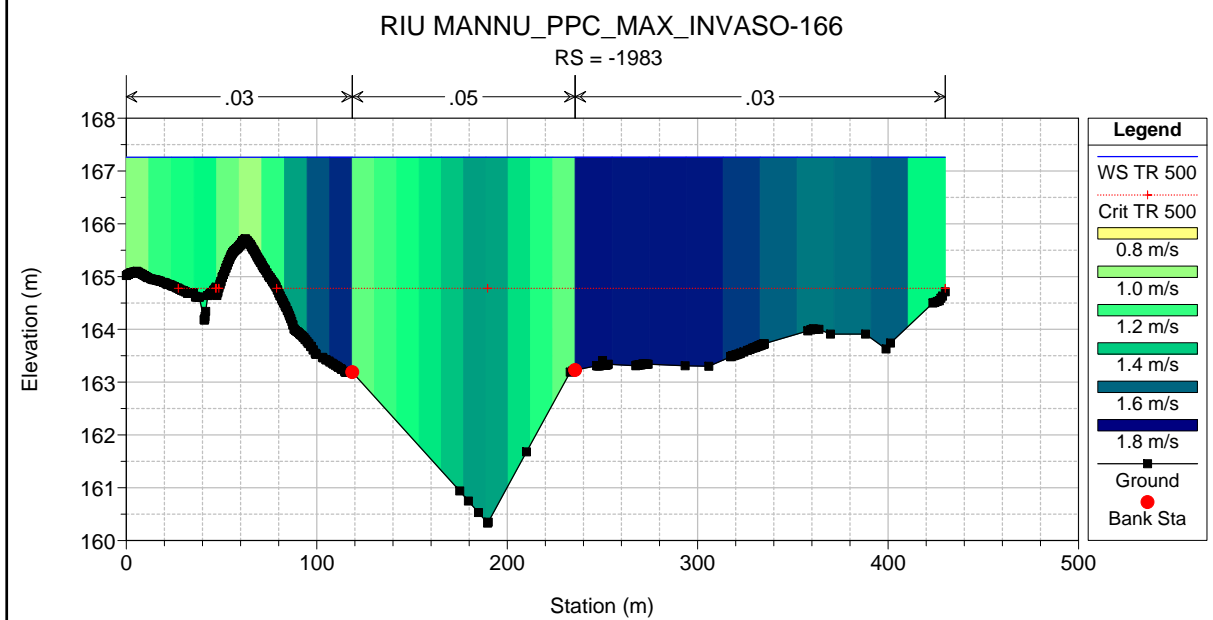
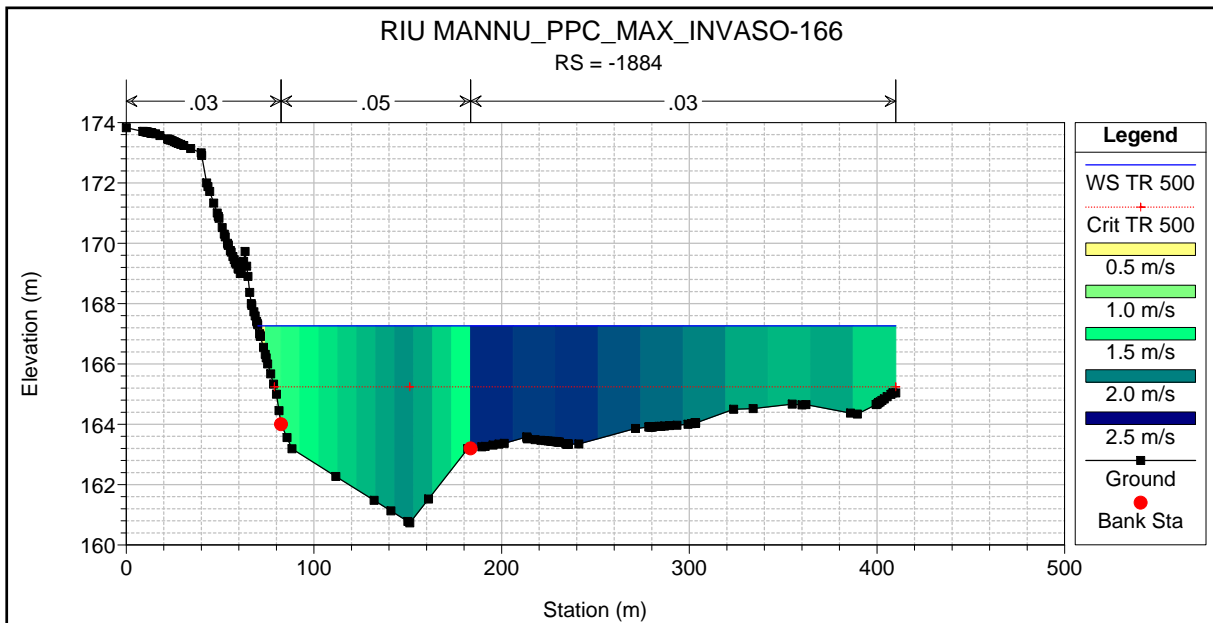


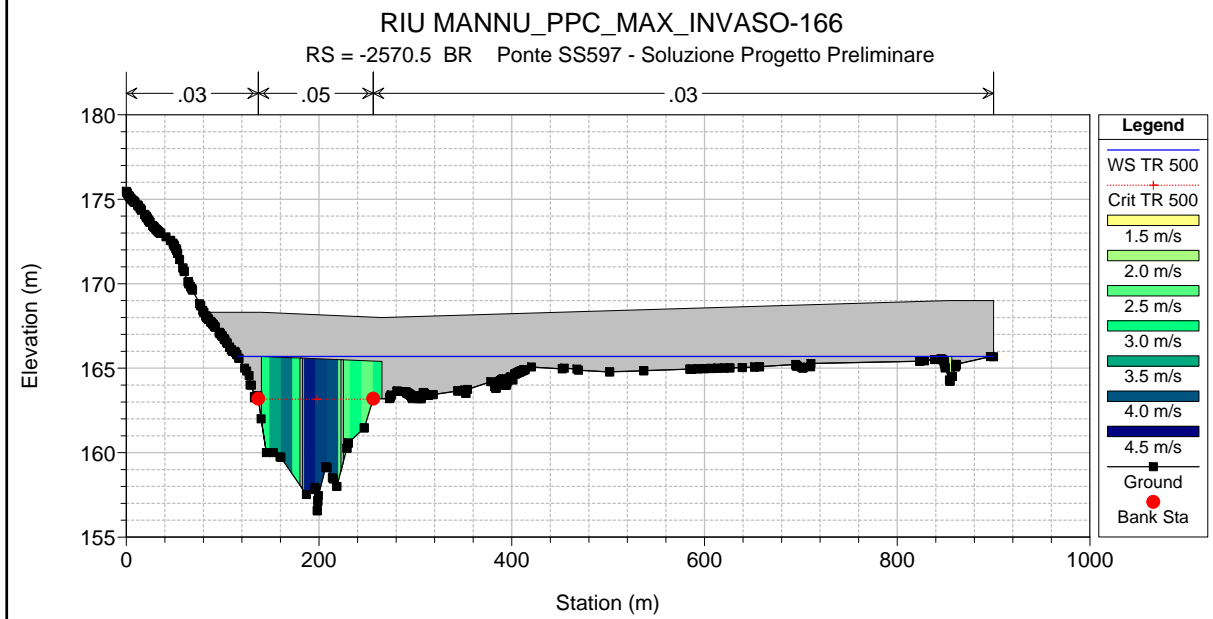
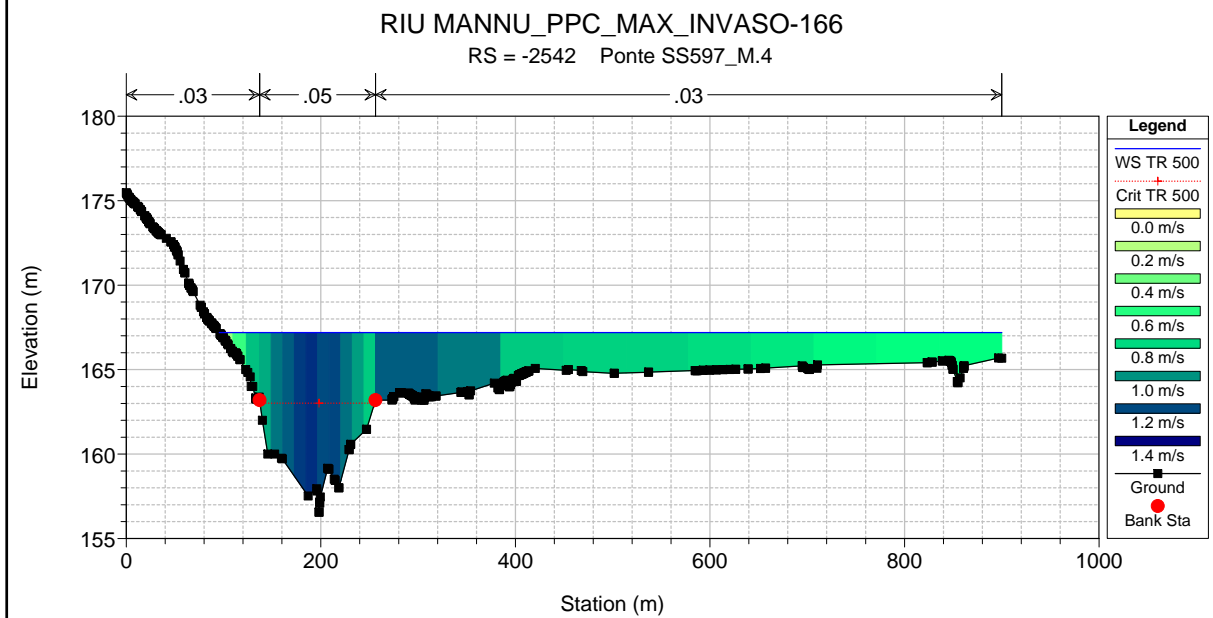
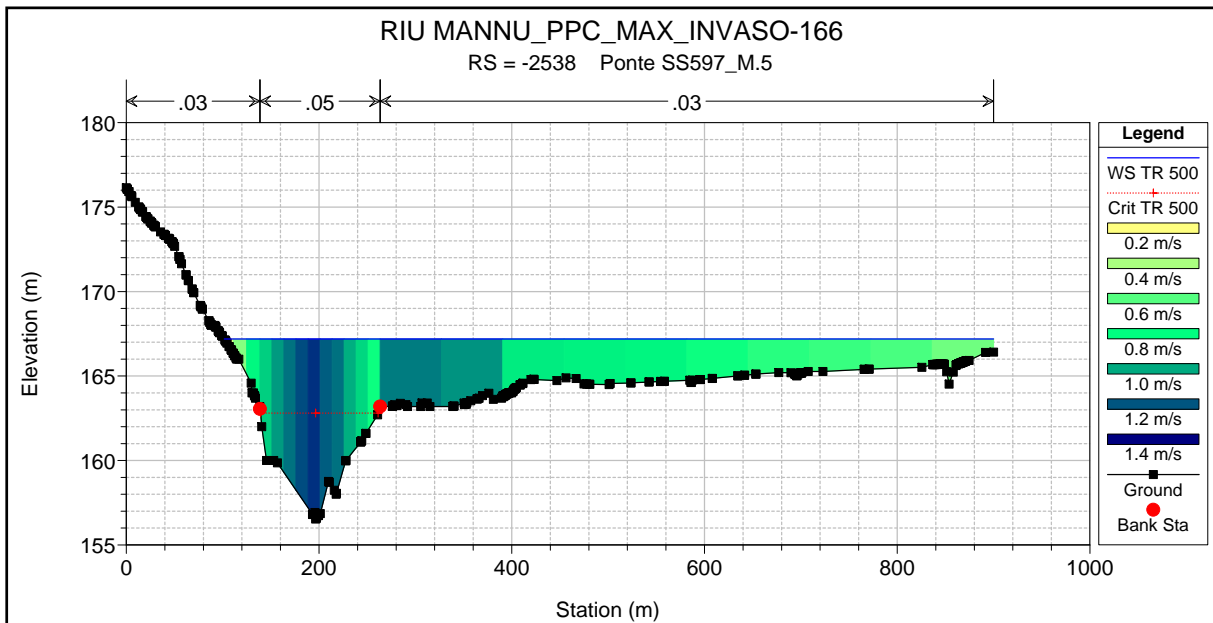


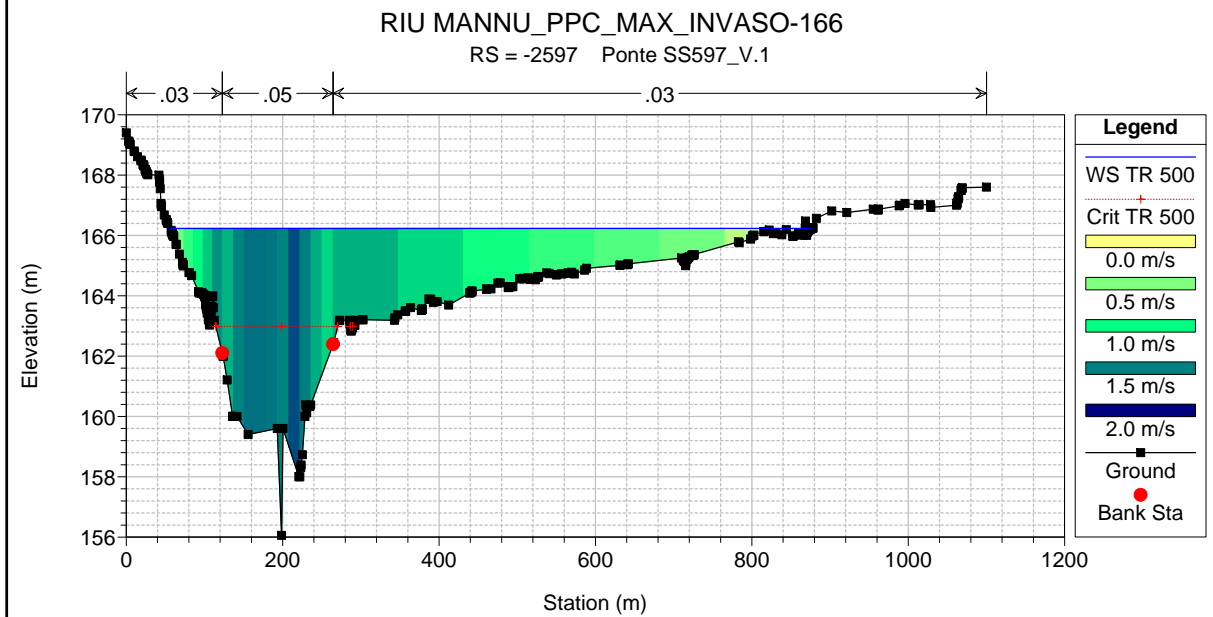
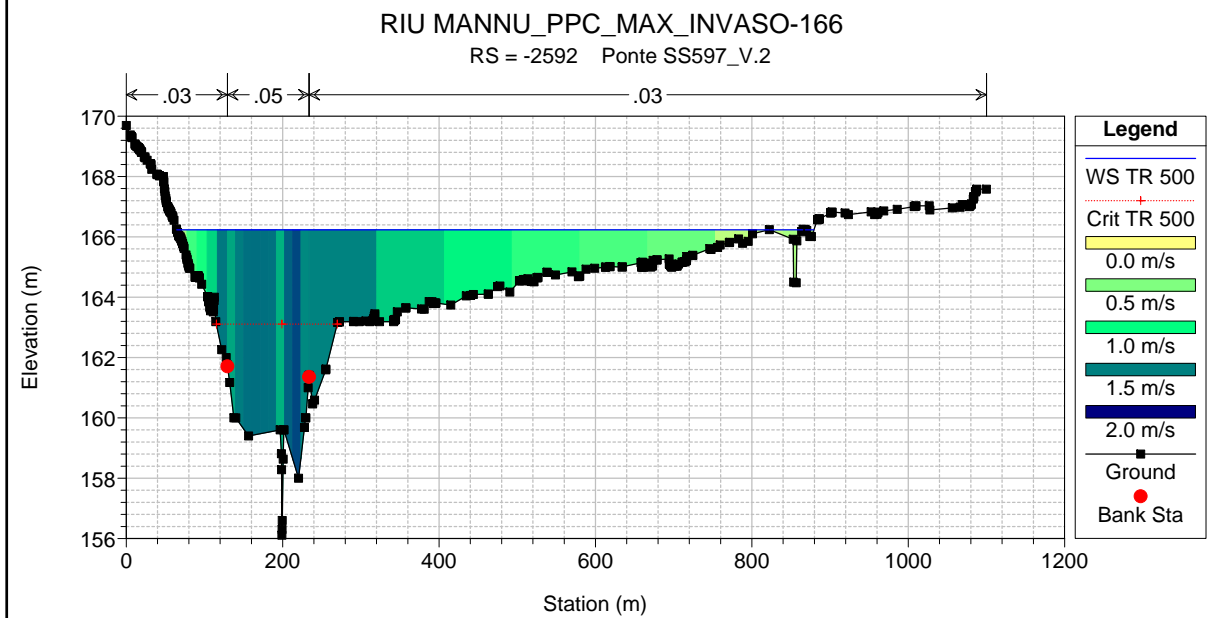
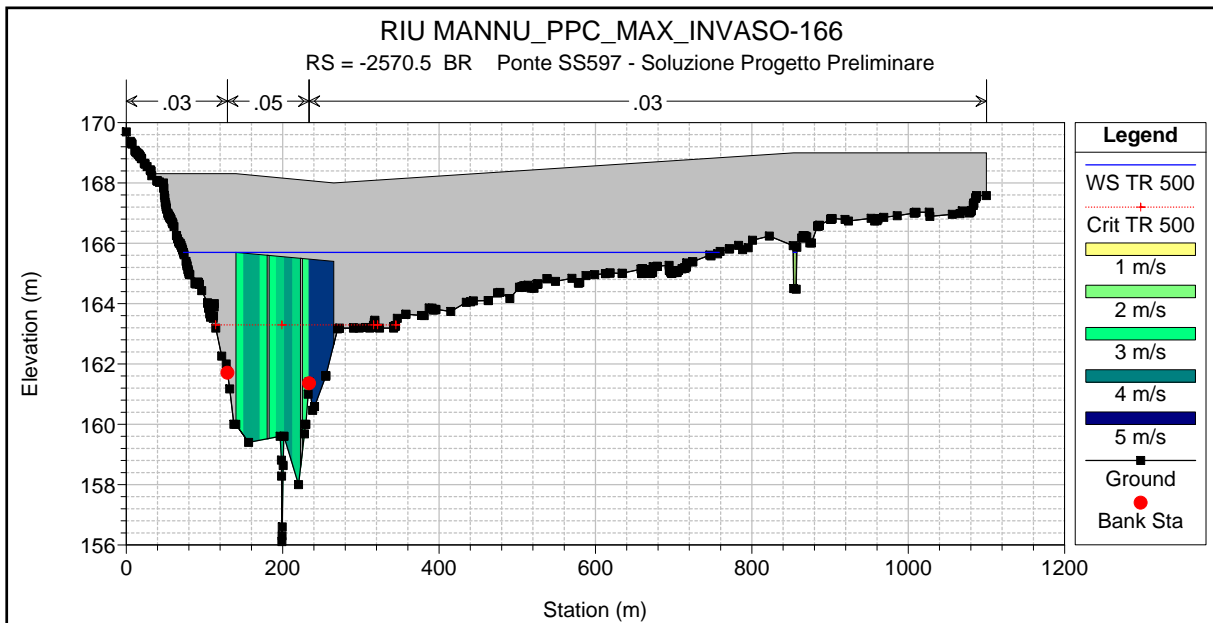


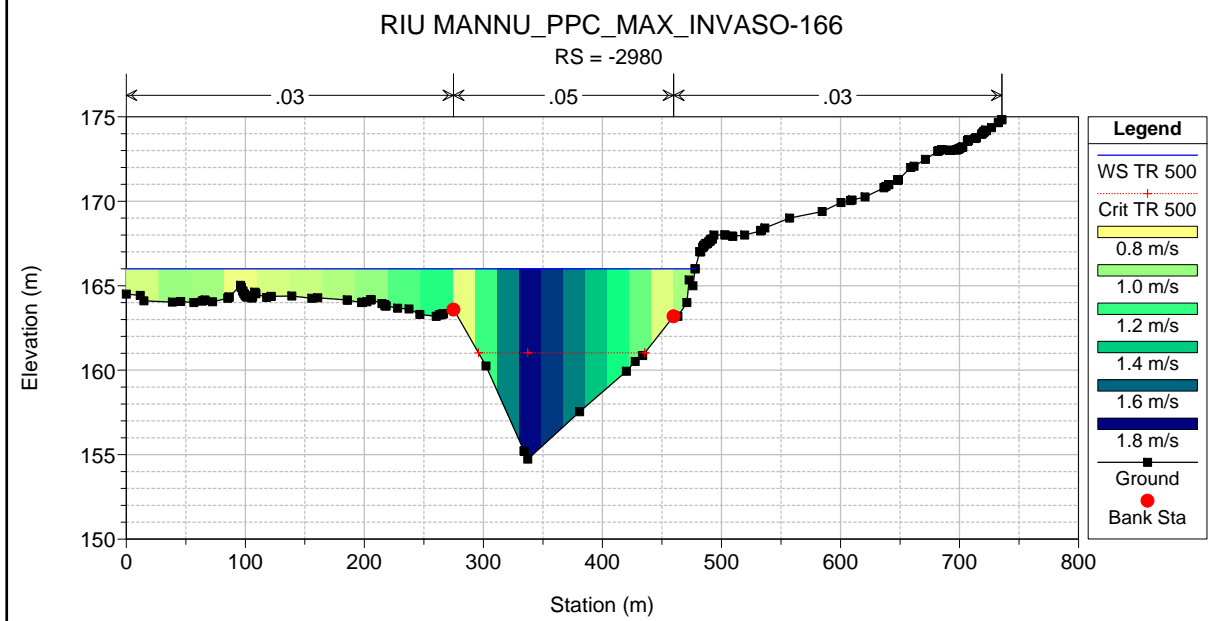
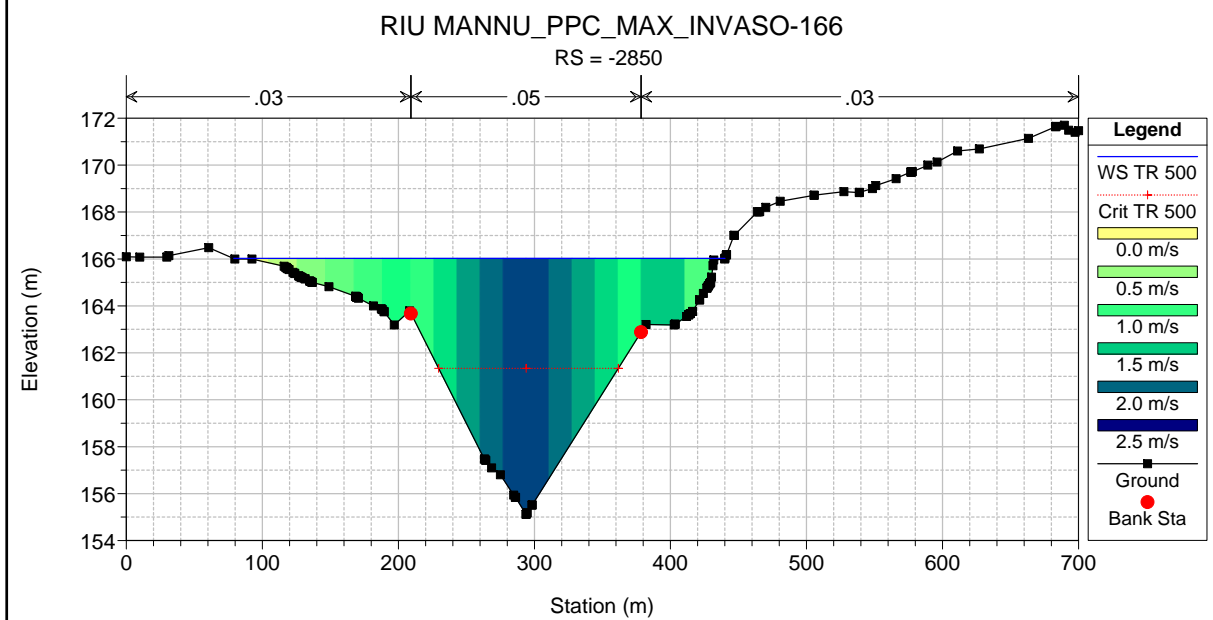
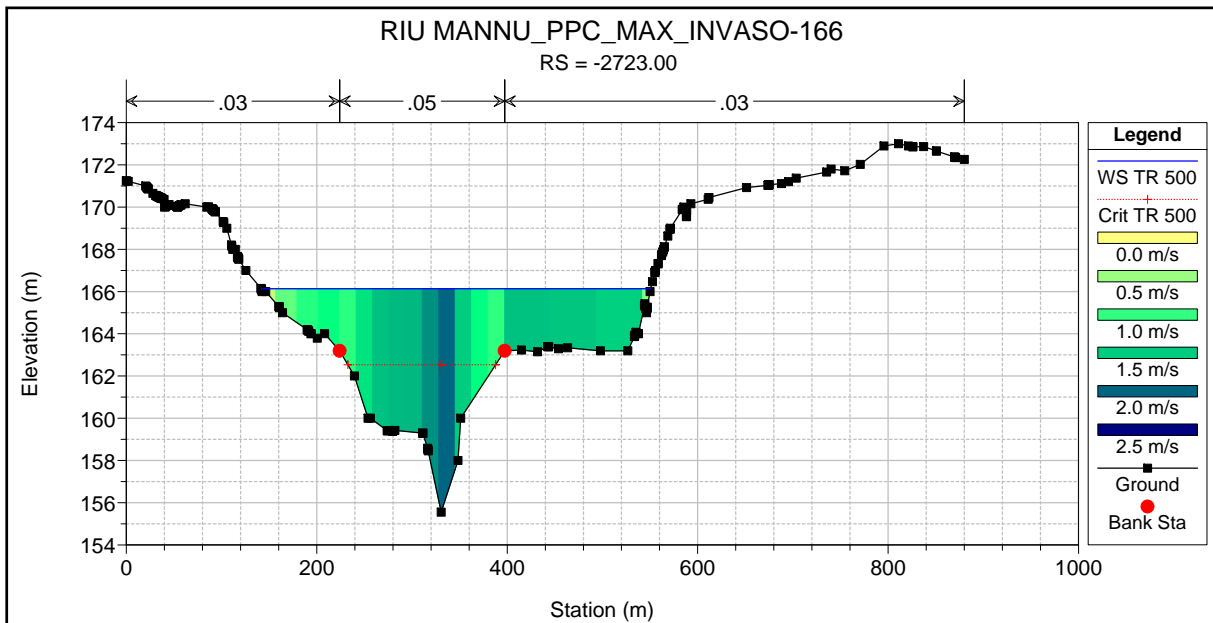












RIU MANNU_PPC_MAX_INVASO-166

RS = -3079

